



universität
wien

DISSERTATION / DOCTORAL THESIS

Titel der Dissertation / Title of the Doctoral Thesis

„William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*.“

Ein philologisch-medizinischer Kommentar unter Berücksichtigung des Verhältnisses Harveys zu Aristoteles und Francis Bacon.

verfasst von / submitted by

MMag. phil. Dr. phil. Dr. med. Bruno Schneeweiß

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Doktor der Philosophie (Dr. phil.)

Wien, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on the student
record sheet:

A 792 229

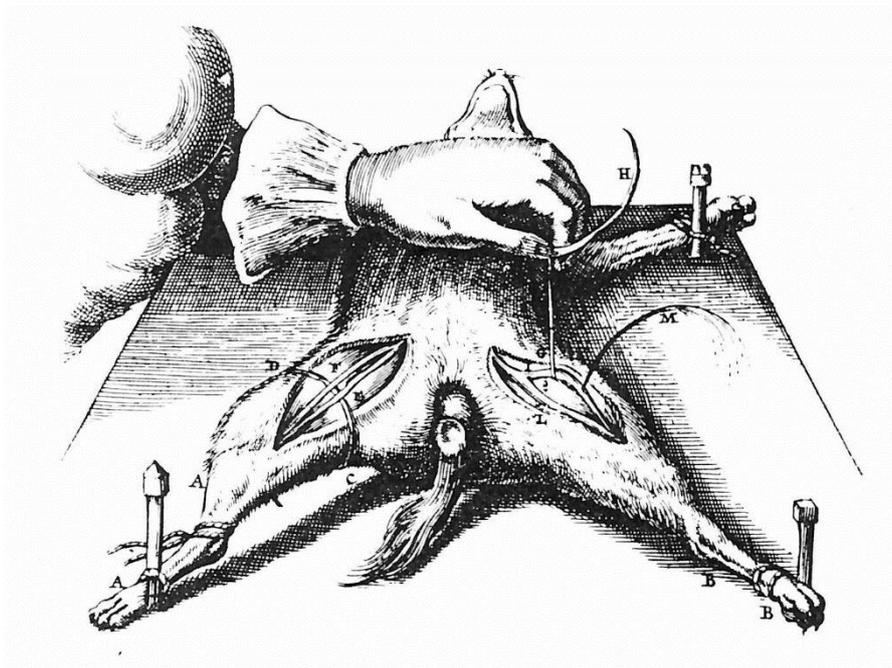
Dissertationsgebiet lt. Studienblatt /
field of study as it appears on the student record sheet:

Dr.-Studium der Philosophie, Klassische Philologie -
Latein

Betreut von / Supervisor:

emer. o. Univ.-Prof. Dr. Franz Römer

*in memoriam canum, qui vivi spirantesque secti extrema
passi sunt, ut motus sanguinis indagari posset*



Das Hundexperiment des Walaeus¹

¹ Walaeus, Ioannes, *Epistulae duae de Motu Chyli et Sanguinis*, in: Bartholinus, Thomas, *Anatomia*, Lyon 1651, 541. Reproduziert aus Pagel, Walter, *New Light on Wiliam Harvey*, Basel 1976, 119.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	7
2. Glossar anatomischer und medizinischer Fachtermini	9
3. Exordium	11
4. Anatomie und Physiologie des Herzens, der Blutgefäße und der Lunge in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts	15
5. Text	29
6. Übersetzung	167
7. Kommentar	297
7.1 Aufbau des Werkes	297
7.2 Sprachliche Bemerkungen	299
7.3 Namen der im Werk genannten Anatomen und Ärzte	302
7.4 Das Druckersignet	304
7.5 Zeilenkommentar	305
7.6 Harvey`s wissenschaftliche Methode – Aristoteles und Francis Bacon	403
7.6.1 Aristotelismus Paduaner Prägung und Galileo Galilei	404
7.6.2 Francis Bacon und das Novum Organon	407
7.6.3 Die Idee des Kreislaufs vor Harvey	411
7.7 Nachwirkung	415
8. Bibliographie	419
9. Abstract	427
10. Anhang	429
11. Nachwort	433

1. Vorbemerkungen

Die teilweise kaum bekannten Werke aus dem 16. und 17. Jh. wurden in der

- Österreichischen Nationalbibliothek (ONB),
- der Bibliothek (Josephinum) der Medizinischen Universität Wien (JB) und
- der Bayerischen Staatsbibliothek (BSB)

direkt eingesehen oder von den Einrichtungen in digitalisierter Form zur Verfügung gestellt. Ein Werk stand nur über *Google Books* zur Verfügung, für einzelne Werke gab es keine digitalisierte Version:

- Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, Venedig 1571 (BNB, Res/4 Ph.u. 14)
- Cesalpino, A., *De Plantis Libri XVI*, Florenz 1583 (BNB, 037/4 Nat 54)
- Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, Venedig 1593 (BNB, 69.D.89)
- Cesalpino, A., *Ars Medica*, Rom 1602 (*Google Books*)
- Columbus, R., *De Re Anatomica Libri XV*, Venedig 1559 (ONB, 69.D.22, <http://data.onb.ac.at/rec/AC09783547>)
- Fabricius ab Aquapendente, H., *De venarum ostioliis*, Padua 1603 (BNB, Res/2 Anat. 26#Beibd.1)
- Galenus, C., *Cl. Galeni Pergamieni Asiani, excellentissimi semper, post unicum Hippocratem, medici ab omnibus habiti opera quae ad nos extant omnia, partim iampridem, partim penitus recens, a viris doctissimis in Latinam linguam conversa, & nunc multis recentissimis translationibus per Ianum Cornarium Medicum Physicum ornata: ab eodemque recognita ex toto, & innumeris locis restitutis absolutissima*, Basel 1549 (JB, JB 6485)
- Harvey, W., *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628 (ONB, 70.E.50)
- Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651 (BNB, 225.561-A)
- Harvey, W., *Exercitationes Anatomicae de Motu Cordis et Sanguinis Circulatione*, Rotterdam 1660 (JB, JB 922, www.books2ebooks.eu)
- Hofman, C., *Apologia pro Galeno, duobus tomis divisa, XPHΣTOMAΘEIQN Libri tres*, Lyon 1668 (ONB, 67.H.21, <http://data.onb.ac.at/rec/AC09963760>)
- Laurentius, A., *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600 (BNB, Res/2 Anat. 43 b)
- Riolanus, I., *Encheridium Anatomicum et Pathologicum*, Paris 1658 (BNB, 037/Med 3713)
- Rolfincius, G., *Dissertationes Anatomicae Methodo Synthetica Exaratae Sex Libris Comprehensae*, Nürnberg 1656 (Stiftsbibliothek Schlierbach, A XXIX 67)²
- Servetus, M., *Christianismi Restitutio. De Trinitate Libri Septem*, Nürnberg 1553 (ONB, 71.K.78, <http://data.onb.ac.at/rec/AC07686980>)
- Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1543 (ONB, 69.B.55, <http://data.onb.ac.at/rec/AC10401976>)
- Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1555 (JB, JB 855; BNB 037/2 Med 195)
- Zabarella, I., *Opera Logica*, Köln 1597 (BNB, 2 A.gr.b. 165)

Der Werke aus dem *Corpus Aristotelicum* werden wie im Greek-English Lexicon (Liddel and Scott) angegeben abgekürzt und nach Bekker zitiert (Aristoteles, *Opera I – II*, ed. I. Bekker, Berlin 1831).

Die Zitate aus dem *Corpus Galenicum* erfolgen nach Kühn (Galenus, *Opera Omnia I – XX*, Leipzig 1821 – 1833).

Vorarbeiten zur vorliegenden Dissertation betreffend der allgemeinen Einordnung von Harveys Werk in die medizinhistorischen Zusammenhänge wurden bereits in einer eigenen Diplomarbeit vorgelegt.³ Aus dieser Arbeit wurden einige Ausführungen in die vorliegende Dissertation aufgenommen. Es handelt sich um folgende Textabschnitte:

² Einzig auffindbares Exemplar! Es ist mir auch aus keiner Sekundärliteratur bekannt und wurde bei einer lokalen Recherche in der Stiftsbibliothek Schlierbach entdeckt.

³ Schneeweiß, B., *William Harveys Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, Wien 2013.

Dissertation	Diplomarbeit
3. Exordium	
p 11, z 1 – p 13, z 25	p 4, z 1 - p 6, z 20
6. Übersetzung	
p 190, z 6 – p 192, z 8	p 19, z 2 – p 20, z 1 – 25
p 193, z 1 – 5	p 32, z 9 – 13
p 198, z 8 – 14	p 33, z 8 – 14
p 211, z 15 – 18	p 34, z 3 – 6
p 215, z 1 – 3	p 34, z 15 – 18
p 221, z 5 – 16; 24 – 30	p 34, z 19 – p 35, z 2
p 223, z 10 – 19	p 35, z 15 – 26
p 231, z 15 – 22; 28 – 29	p 36, z 19 – 25; 28, 28
p 233, z 18 – 23	p 37, z 5 – 10
p 235, z 4 – 20	p 37, z 13; p 38, z 2
p 241, z 24 – 27	p 38, z 3 – 6
p 245, z 19 – 26	p 38, z 11 – 19
p 249, z 14 – 19	p 38, z 21 – 25
p 259, z 4 – 12; 20 – 23	p 39, z 4 – 13; 16 – 19
p 262, z 1 – 10	p 40, z 1 – 11
p 264, z 1 – 5	p 40, z 11 – 16
p 267, z 12 – 26	p 41, z 3 – 18
p 267, z 9 – 24	p 41, z 1 – 18
p 268, z 5 – 7	p 45, z 5 – 8
p 287, z 17 – 19; 26 – 28	p 46, z 5 – 7; 14 – 16
7. Kommentar	
7.1 Aufbau des Werkes	
p 297 z 1 - p 299, z 22	p 48, z 1 - p 51, z 18
7.2 Sprachliche Bemerkung	
p 300, z 1 – 8	p 51, z 19 – 26
p 301, z 30 – p 302, z 1 – 9	p 52, z 11 – 14
7.3 Namen der im Werk genannten Anatomen	
p 302, z 18 – 29	p 53, z 19 – p 54, z 7
p 303, z 12 – p 304, z 7	p 54, z 13 – p 55, z 10
7.5 Zeilenkommentar	
p 326, z 3 – 8	p 63, z 18 – 23
p 326, z 17 – p 327, z 2	p 64, z 1 – 16
p 327, z 1 – 9	p 63, z 12 – 17
p 328, z 18 – 23	p 64, z 24 – 27
p 350, z 14 – 19	p 69, z 4 – 9
p 378, z 12 – 13	p 73, z 4 – 5
7.6 Harveys wissenschaftliche Methode	
p 403, z 1 – 8	p 79, z 1 – 9
7.6.2 Francis Bacon und das Novum Organon	
p 407, z 14 – 18	p 81, z 1 – 5
p 409, z 1 – 16	p 82, z 23 – p 83, z 4
p 409, z 16 – 23	p 81, z 26 – p 82, z 7
p 410, z 1 – 9	p 82, z 14 – 23
p 410, z 18 – 22	p 81, z 8 – 12
p 410, z 25 – 29	p 83, z 4 – 8
7.6.3 Die Idee des Kreislaufs vor Harvey	
p 411, z 4 – 10; z 15 – 20	p 76, z 22 – p 77, z 4; z 9 – 10
p 411, z 24 – 27	p 77, z 17 – 20
7.7 Nachwirkung	
p 415, z 19 – p 416, z 10	p 83, z 10 – 25
p 416, z 15 – 16	p 84, z 3 – 4

2. Glossar anatomischer und medizinischer Fachtermini

lat. Bez. im 16. und 17. Jhdt.	heutige lat. Bez.	deutsche Bez.
<i>aorta</i>	Aorta	Aorta, Große Arterie
<i>auricula dextra/sinistra</i> ^{4 5}	Auricula dextra/sinistra	rechtes/linkes Herzohr
<i>arteria venosa</i> ⁶ <i>arteria venalis</i>	Venae pulmonales	Lungenvenen
	Atrium sinistrum	linker Vorhof
	Atrium dextrum	rechter Vorhof
<i>diastole</i> ⁷	Diastole	Dehnung des Herzens Kontraktion der Arterien
<i>mucro</i>	Apex	Herzspitze
<i>septum</i>	Septum	Herzscheidewand
<i>systole</i>	Systole	Kontraktion des Herzens Dehnung der Arterien
<i>spiritus</i>	die für das Leben verantwortlichen Eigenschaften des Blutes ⁸	

⁴ Vesalius, Andreas, *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1555, 739,27: *Auriculae cordis, dissectionum professoribus vocantur, appendices duo, basi ipsius adnati. A similitudine enim, quam illi in situ, non autem in usu, cum proprie dictis auribus obtinent, aurium nomine donantur* (Als Ohren des Herzens werden von den Professoren der Sektion zwei Anhangsgebilde bezeichnet, welche der Basis (sc. des Herzens) angewachsen sind. Auf Grund der Ähnlichkeit nämlich, die sie in Bezug auf die Lage, nicht aber bezüglich der Funktion, mit den Ohren im engeren Sinn besitzen, wurden sie mit dem Ausdruck „Ohr“ bezeichnet).

⁵ Riolanus, Ioannes, *Encheridium Anatomicum et Pathologicum, Parisiis 1658*, 226: *In basi reperiuntur Capsulae, vasis vehentibus ad Cor sanguinem appositae. Dicuntur Auriculae, & sunt cavae, amplior est dextra quam sinistra in adultis, secus in Foetu & in Infantibus, quibus sinistra est latior* (An der Basis finden sich Kapseln, die den Gefäßen, welche das Blut zum Herzen führen, angefügt sind. Sie werden Ohren genannt und sind hohl. Die rechte ist beim Erwachsenen weiter als die linke. Umgekehrt ist es beim Fötus und den Neugeborenen. Bei ihnen ist die linke geräumiger).

⁶ Vesalius, *De Humani Corporis Fabrica* (s. o. Anm. 4), 736,5: *Porro venalis arteria, quam in tertio libro pariter cum arteriali vena persequuti fuimus, atque etiam ab usu, quod aerem continet deducit ve, Arteriam: a substantia autem, quod venarum corpori respondet, venalem nuncupari retulimus: inter sinistri cordis ventriculi vasa connumeratur* (Weiters die *Arteria venalis*, die wir im dritten Buch gemeinsam mit der *Vena arterialis* dargestellt haben: wir haben berichtet, dass sie wegen ihrer Funktion, da sie Luft enthält und transportiert, auch als Arterie, wegen ihrer Substanz aber, da sie im Körperbau den Venen entspricht, als „venös“ bezeichnet wird: sie wird unter den Gefäßen der linken Herzkammer aufgezählt).

⁷ Riolanus, *Encheridium* (s. o. Anm. 5), 226: *Itaque motus cordis duae sunt partes, Systole & Diastole, sive contractio & dilatatio: cum excipit, dilatatur, dum expellit, contrahitur: Inter utrumque motum quies interiecta est, quae Perisystole dicitur. Quomodo fiant istae Motiones dubitatur* (Daher besteht die Bewegung des Herzens aus zwei Teilen, der Systole und der Diastole, oder Kontraktion und Dilatation: wenn es aufnimmt, dehnt es sich, wenn es auswirft, zieht es sich zusammen: dazwischen ist eine Ruhephase, welche Perisystole genannt wird. Auf welche Weise diese Bewegungen entstehen, ist unklar).

⁸ Siehe Kapitel 4, p. 15f.

<i>vena arteriosa</i> ⁹ <i>vena arterialis</i>	Arteria pulmonalis	Lungenschlagader
<i>vena cava</i>	Vena cava	Hohlvene, Große Vene
<i>ventriculus</i>	Ventriculus	Herzkammer

⁹ Vesalius, *De Humani Corporis Fabrica* (s. o. Anm. 4), 735,45: *Vena arterialis dextro etiam cordis ventriculo ascribitur, estque ea vena, quam quidem quod sanguinem in pulmonem defert, venaque prorsus vicem gerit, Venam: quod vero arteriae corpus nanciscitur, Arteriale appellari antea diximus* (Die *Vena arterialis* wird auch dem rechten Ventrikel zugezählt. Sie ist eine Vene, von welcher wir zuvor gesagt haben, dass sie, da sie das Blut in die Lungen bringt und ganz nach der Art von Venen sich verhält als Vene, da man aber die Struktur einer Arterie vorfindet, als „arteriell“ bezeichnet wird).

3. Exordium

Das späte 16. und frühe 17. Jahrhundert ist eine durch politische Umbrüche gekennzeichnete Epoche: Die Niederlande ringen um ihre Freiheit, der Dreißigjährige Krieg verwüstet weite Teile Europas. Es ist eine Epoche, die zudem durch den Niedergang der so lange dominierenden Macht des katholischen Spanien geprägt ist, einer Macht, die durch ihre theologische Grundhaltung auch die geistige Entwicklung des Kontinents über viele Jahrzehnte wesentlich mitbestimmt hat. Es war aber auch eine Zeit, die ihren Horizont erweitert hat: portugiesische und spanische Galeeren hatten die Ozeane überwunden und neue Kulturen entdeckt, im wissenschaftlichen und kulturellen Bereich war es eine Zeit des Paradigmenbruchs, eine Zeit der wissenschaftlichen und kulturellen Revolutionen.

Galileo Galilei (1564 -1642) und Johannes Kepler (1571-1630) formulierten eine Himmelsmechanik, die der Sonne endgültig ihren Platz im Zentrum des Planetensystems zuwies, und begründeten durch ihre Betonung der Bedeutung des Experimentes für den Erkenntnisgewinn und die konsequente Forderung, die Phänomene der Natur mit Hilfe der Mathematik zu beschreiben, die wissenschaftliche Methode der Neuzeit.

Der wissenschaftliche Diskurs in allen, besonders aber in den naturwissenschaftlichen Disziplinen, war durch die Auseinandersetzung mit Aristoteles geprägt und erreichte einen unrühmlichen Höhepunkt im Kampf Giordani Brunos (1548 -1600) mit der katholischen Kirche. Er hatte in seinem 1584 erschienenen Werk *De l' infinito* versucht, das Weltbild des Stagiriten, wie es in der Schrift *De caelo* formuliert war, zu widerlegen¹⁰ und für diese Anmaßung mit dem Tod am Scheiterhaufen gebüßt.

Doch diese unruhige Epoche drängte zur Emanzipation von den antiken Autoritäten. Es traten Philosophen wie Francis Bacon (1561-1626) auf, die den Verzicht auf die Untersuchung der aristotelischen Finalursachen forderten und die Ursachen der konkreten Einzeldinge den Gesetzmäßigkeiten der Materie zuschreiben wollten (*rerum particularium causas Materiae necessitati sine intermixtione Causarum Finalium assignare*),¹¹ eine Forderung, die direkt gegen Aristoteles gerichtet war (*magis in hac parte accusandus Aristoteles quam Plato*).¹²

¹⁰ Stückelberger, A., *Antike Atomphysik*, München 1979, 56.

¹¹ Bacon, F., *De Augmentis Scientiarum*, in: *The works of Francis Bacon*, Vol. I, London 1858 (Nachdruck Stuttgart 1963), 569.

¹² Bacon, *De Augmentis Scientiarum* (s. o. Anm. 11), 570.

In den medizinisch-physiologischen Wissenschaften dominierte neben Aristoteles eine zweite Autorität seit Jahrhunderten das Denken und Handeln der Naturforscher und vor allem auch der Ärzte. Der in Rom wirkende Claudius Galenus (129 – ca. 200) hatte als letzter Repräsentant einer wissenschaftlich fundierten Medizin der Antike in kritischer Auseinandersetzung mit den ihm vorliegenden Lehren das medizinisch-physiologische Wissen seiner Zeit in einem monumentalen Werk zusammengefasst und versucht, die Vorstellungen, wie sie im *Corpus Hippocraticum* und im platonischen *Timaeus* formuliert waren, zu harmonisieren. In diesem Bestreben hatte er sich wiederholt überaus kritisch zu Aussagen aus dem *Corpus Aristotelicum* geäußert.¹³

In diesem historischen, philosophischen und naturwissenschaftlichen Umfeld publizierte William Harvey 1628 ein Werk mit dem Titel *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*,¹⁴ das der allgemeinen Meinung nach die erste Beschreibung des Blutkreislaufes gibt. Das Werk setzt sich kritisch mit den Lehren seiner Vorgänger, besonders Galens, auseinander, ist aber in weiten Abschnitten Aristoteles verpflichtet.¹⁵ Harvey (1578 – 1657) hat in den Jahren 1599 – 1602 an der berühmten medizinischen Fakultät in Padua studiert, um sein in Cambridge begonnenes Studium abzuschließen.¹⁶ In Padua wirkte zu dieser Zeit als Professor für Philosophie und glühender Verfechter eines konservativen Aristotelismus Cesare Cremonini (1550 – 1631). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ihn Harvey in seiner Polemik gegen die berühmte Anatomenschule der Stadt, besonders gegen ihren prominentesten Vertreter Andreas Vesalius (1514 – 1564), gehört hat.¹⁷

In Padua lehrte in den Jahren 1592-1610, d.h. zur Zeit von Harveys Aufenthalt in der Stadt, mit Galileo Galilei auch ein deklariertes Kritiker des Aristoteles. Obwohl die Meinung vertreten wird, Harvey habe nie eine Vorlesung des berühmten Mathematikers gehört,¹⁸ ist es nicht unwahrscheinlich, dass er mit dessen philosophischen Lehren und besonders seinem Antiaristotelismus vertraut war.

¹³ Galenus, *De Placitis Hippocratis et Platonis*, ed. Ph. De Lacy (= CMG V 4,1,2), Berlin 1978-1984.

¹⁴ Harvey, W., *Exercitatio de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628.

Harvey, W., *Movement of the Heart and Blood in Animals*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1957.

Harvey, W., *Anatomical Studies on the Motion of the Heart and Blood*, ed. and transl. C. D. Leake, Springfield 1928.

¹⁵ Lesky, E., Harvey und Aristoteles, *Sudhoffs Archiv* 41 (1957), 289-316.

¹⁶ Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 40-74.

¹⁷ Wright, *Circulation* (s. o. Anm. 16), 51-53.

¹⁸ Wright, *Circulation* (s. o. Anm. 16), 144.

Wie schon betont wurde, nimmt Francis Bacon in der Formulierung der neuen, auf Experiment und mathematisch fundierter Beschreibung basierenden Wissenschaft eine zentrale Stellung ein. Bacon publizierte sein wissenschaftstheoretisches Hauptwerk, das *Novum Organon*, im Jahre 1620, also acht Jahre vor der Drucklegung von Harveys Schrift. Dieses Werk steht als Symbol „des Aufbruchs in die Neuzeit“ und „löste in dieser säkularen Funktion die Schriften des Aristoteles ab.“¹⁹ Für Bacon sollte die Wissenschaft der Zukunft eine handelnde Wissenschaft sein, ihre Methodik sich in der Verbindung von experimentellen und rationalen Fähigkeiten des Geistes auszeichnen: *Novum Organon* a 95: *Itaque ex harum facultatum (experimentalis scilicet et rationalis) arctiore et sanctiore foedere (quod adhuc factum non est) bene sperandum est* (daher kann man aus einer engeren und festeren Verbindung beider Fähigkeiten, der experimentellen nämlich und der rationalen, guter Hoffnung sein, dies ist bislang noch nicht erfolgt).²⁰ Diese Verbindung sieht Bacon aber weder im Empirismus der Mechaniker, Mediziner und Alchimisten, noch im Dogmatismus der Philosophie aristotelischer Färbung realisiert: *Novum Organon* a 5: *Solent se immiscere naturae (quoad opera) mechanicus, mathematicus, medicus, alchymista, et magus; sed omnes (ut nunc sunt res) conatu levi, successu tenui* (es pflegen sich die Mechaniker, Mathematiker, Mediziner, Alchimisten und Magier bezüglich der Werke in die Natur einzumischen; aber wie es sich jetzt verhält, alle mit unzulänglichen Versuchen und geringem Erfolg)²¹ und a 62: *Rationale enim genus philosophantium ex experientia arripiunt varia et vulgaria, eaque neque certo comperta nec diligenter examinata et pensitata; reliqua in meditatione atque ingenii agitatione ponunt* (die rationale Philosophie rafft aus der Erfahrung Verschiedenes und Banales. Das ist weder sicher erkundet noch sorgfältig untersucht und erwogen; das Übrige führen sie der Überlegung und Regsamkeit des Geistes zu).²² Bacon, der ein Leben lang an Gicht litt, war in den späten 1610er und frühen 1620er Jahren Harveys Patient – ein Diskurs über die wissenschaftliche Methode beider Herren darf wohl angenommen werden.

Von der *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* sind bislang vier Übersetzungen in das Englische erschienen (London 1653, London 1847, Baltimore 1928 und Oxford 1957). Soweit ersichtlich, gibt es nur zwei deutsche Übersetzungen (Stuttgart 1878 und Leipzig 1910, Nachdruck 1937 und 2006). Obwohl der Traktat als ein zentrales Werk der biologischen und medizinischen Wissenschaft gelten kann, gibt es bislang keinen

¹⁹ Bacon, F., *Novum Organum I*, hrsg. W. Krohn, Hamburg 1999, x.

²⁰ Bacon, F., *Novum Organum I, Novum Organum I*, hrsg. W. Krohn, Hamburg 1999, a 95 (das *Novum Organum* wird nach den Aphorismen zitiert, Buch I wird mit a, Buch II mit b bezeichnet).

²¹ Bacon, *Novum Organum I* (s. o. Anm. 20), a5.

²² Bacon, *Novum Organum I* (s. o. Anm. 20), a62.

systematischen Kommentar zu dieser Schrift, in den erwähnten Übersetzungen finden sich lediglich Erläuterungen geringen Umfangs.²³

Im Rahmen dieser Dissertation soll eine kritische Ausgabe des Textes an Hand der Erstpublikation Frankfurt 1618 vorgelegt und darauf aufbauend ein medizinischer und philologischer Kommentar verfasst werden, der zur Interpretation der medizinisch-biologischen Aspekte die moderneren zeitgenössischen Vorstellungen einbeziehen soll.

Ausgehend vom geschilderten wissenschaftlichen Spannungsfeld dieser Epochengrenze sollen der Aufbau, der Charakter und die wesentlichen Aussagen des Werkes dargestellt und der Einfluss aristotelischen Denkens, der kanonischen medizinischen Lehren Galens und besonders der methodischen Forderungen Bacons untersucht werden.

Um die Bedeutung der anatomischen und physiologischen Entdeckungen Harveys einschätzen zu können, muss die in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts etablierte Lehre zur Anatomie und Physiologie des Herzens, der Lunge und der Blutgefäße vorgestellt werden. Im 16. Jahrhundert sind in einem Zeitraum von 50 Jahren drei bedeutende anatomische Werke erschienen, die mit geringen Abweichungen weitgehend die Vorstellungen Galens als Dogma darstellten: Andreas Vesalius *De Corporis Humani Fabrica Libri Septem*, Basel 1543, zweite Auflage Basel 1555 mit wesentlichen Änderungen; Renaldus Columbus, *De Re Anatomica libri XV*, Venedig 1559 und Andreas Laurentius, *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600. Der bedeutendste Anatom der Epoche war der belgische Anatom Vesalius (1514 – 1564), der bereits als Dreiundzwanzigjähriger auf den berühmten Lehrstuhl für Anatomie in Padua berufen wurde und auch in Bologna tätig war. In der zweiten Ausgabe seiner *Fabrica* 1555 hat er bereits auf entscheidende Fehler Galens die Durchgängigkeit der Herzscheidewand betreffend hingewiesen. Obwohl Harvey zweimal (1599 – ca. 1600 und ca. 1600 – 1602) in Padua studierte²⁴ und dieses epochale Werk gekannt haben muss, hat er ihn nur einmal (indem er auf einen Fehler hinwies) in seinen *Exercitationes* erwähnt (siehe Kommentar). Die folgenden Ausführungen zur Physiologie und Anatomie beziehen sich deshalb auf die auch von Harvey mehrmals herangezogene *Historia Anatomica* des Andreas Laurentius.

²³ Noch am ausführlichsten: Harvey, W., *Exercitatio de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, hrsg. Ch. D. Leake, Baltimore 1928.

²⁴ Wright, (s. o. Anm. 16), 35-39.

4. Anatomie und Physiologie des Herzens, der Blutgefäße und der Lunge in der zweiten Hälfte des 16. Jhdt.

Die Vorstellungen zur Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers hatten sich seit den Entdeckungen Galens nicht wesentlich weiterentwickelt. Die Anatomie war durch die Aussagen, wie sie im *Corpus Galenicum* festgelegt waren, definiert, Diskussionen anatomischer Fragen wurden in diesem Kontext geführt und hatten sich an der Autorität Galens zu bewähren.²⁵ Die physiologischen Überlegungen Galens sind teilweise sehr komplex, aber durchaus nachvollziehbar, und wurden schon von ihm durch Experimente bestätigt. Teleologische Überlegungen im Sinne der aristotelischen Physiologie spielen dabei eine nicht unbedeutende Rolle.

Folgende Aussagen galten als *communis opinio*:

Es gibt ein venöses und ein arterielles Gefäßsystem, die weitgehend unabhängig voneinander sind und ihre Funktion ausüben:

Der Ursprung des venösen Gefäßsystems ist die Leber, wie z.B. Laurentius festhält: *principium venarum in mea definitione agnosco hepar* (ich sehe in meiner Definition die Leber als Ursprung der Venen),²⁶ der der Arterien aber das Herz: *ut hepar venarum, ita cor arteriarum est ῥίζωσις* (wie die Leber die Wurzel für die Venen ist, so ist das Herz die Wurzel für die Arterien).²⁷ Es handelt sich bei diesen Aussagen um eine beinahe wörtliche Wiedergabe der galenischen Diktion aus den *Placita*²⁸: εὐλόγως οὖν εἴρηται ῥίζωσις τῶν φλεβῶν εἶναι τὸ ἥπαρ, τῶν ἀρτηριῶν ἢ καρδία (Mit Recht bezeichnet man die Leber als Wurzel der Venen und das Herz als die der Arterien). Galen führte die Aussage auf Hippokrates zurück, und sie findet sich so auch im *Corpus Hippocraticum*:²⁹ ῥίζωσις φλεβῶν ἥπαρ, ῥίζωσις ἀρτηριῶν καρδίη (die Wurzel der Venen ist die Leber, das Herz die der Arterien).

²⁵ Siehe Proömium und 1. Kapitel der *Exercitationes*.

²⁶ Laurentius, Andreas, *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600, 119.

²⁷ Laurentius, *Historia Anatomica* (s. o. Anm. 26), 143.

²⁸ Galenus, Claudius, *De placitis Hippocratis et Platonis*, ed. Ph. De Lacy (= CMC V 4,1,2), Berlin 1980, 392,1.

²⁹ Hippocrates, *De Alimento*, in: Hippocrates, *Oevres complètes d'Hippocrate IX*, ed. E. Littré, Paris 1861, 110,1.

Das Blut wird in der Leber aus der Nahrung gebildet, welche ihr als *Chylus (est autem chylus conversio cibi, potusque in materiam lacti persimilem* (der *Chylus* ist aber eine Umwandlung der Nahrung und der aufgenommenen Flüssigkeit in eine Substanz, die der Milch sehr ähnlich ist)³⁰ über die Pfortader zugeführt wird. Über die Venen wird das Blut an die Organe und Körperteile verteilt: über die Hohlvene in den Bereich unterhalb der Leber und auch in die oberhalb des Zwerchfells gelegenen Abschnitte des Körpers: *nam venae nihil aliud sunt, quam vasa concava ex tenui quadam substantia conflata, ut sanguinem ad singula membra deferant, fabrefacta: nam sanguine alitur omnis pars nostri corporis* (die Venen sind nämlich nichts anderes als hohle Gefäße, welche aus einer gewissen zarten Substanz aufgebaut sind um das Blut an die einzelnen Glieder zu bringen: durch Blut wird nämlich jeder Teil unseres Körpers ernährt).³¹ Der rechte Vorhof des Herzens wird als eine Erweiterung der Hohlvene und nicht als ein genuiner Anteil des Herzens angesehen. Aus ihm geht der rechte Ventrikel und in der Folge die *Vena arteriosa* (nach heutiger Nomenklatur: *Arteria pulmonalis*, Lungenschlagader) ab, die das Blut zur Ernährung den Lungen zuführt.

Nach der ursprünglichen auf Galen zurückgehenden Lehre tritt ein Teil des Blutes von der rechten Herzkammer über feine Poren in die linke Herzkammer über und dient der Produktion des *spiritus vitalis*.³² Schon vor Harvey wurde diese Anschauung in Frage gestellt und kontroversiell diskutiert. Der von Harvey aus anderen Gründen zitierte Andreas Laurentius bespricht in den *Questiones XI* zum neunten Buch seiner *Historia Anatomica* detailliert die verschiedenen Ansichten.³³ Da dieser Aspekt der Kreislaufanatomie und –physiologie eine zentrale Rolle in der zeitgenössischen Diskussion einnahm, soll er nun etwas ausführlicher dargestellt werden.

Zwangsläufig mussten sich die Anatomen im Zusammenhang mit der Untersuchung des Herzens und seiner Bedeutung für die Lebensaktivitäten auch mit dem Phänomen „Seele“

³⁰ Columbus, Renaldus, *De Re Anatomica*, Venedig 1559, 165.

³¹ Columbus, (s. o. Anm. 30), 166.

³² Galenus, Claudius, *De Naturalibus Facultatibus*, in: *Claudii Galeni Opera omnia II*, ed. C.G. Kühn, Leipzig 1821, 207f: ὡσαύτως δὲ καὶ κατ' αὐτὴν τὴν καρδίαν ἐκ τῆς δεξιᾶς κοιλίας εἰς τὴν ἀριστερὰν ἔλκεται τὸ λεπτότατον, ἔχοντός τινα τρήματα τοῦ μέσου διαφράγματος αὐτῶν, ἃ μέχρι μὲν πλείστου δυνατὸν ἰδεῖν οἷον βοθύνους τινὰς ἐξ εὐρυτάτου στόματος αἰεὶ καὶ μᾶλλον εἰς στενώτερον προιόντας. οὐ μὴν αὐτὰ γε τὰ ἔσχατα πέρατα δυνατὸν ἔτι θεάσασθαι διὰ τε σμικρότητα (in gleicher Weise wird auch im Herzen selbst aus dem rechten Ventrikel das feinste Blut in den linken Ventrikel gezogen. Es bestehen in der Herzscheidewand zwischen ihnen Öffnungen. Sie können in weiten Bereichen gesehen werden und erscheinen wie Grübchen, welche immer aus größeren Öffnungen entspringen und sich in kontinuierlich verengen. Die äußersten Enden kann man aber wegen der Kleinheit nicht mehr erkennen).

³³ Laurentius, (s. o. Anm. 26), 481-485.

auseinandersetzen, da Galen in seiner Synthese der platonischen und aristotelischen Psychologie den drei Teilen der Seele definierte Organe zugeordnet hat:

Galen:

ὅτι δὲ τὸ μὲν ἐν τῇ κεφαλῇ καθίδρυται, τὸ δ' ἐν τῇ καρδίᾳ, τὸ δ' ἐν τῷ ἥπατι, τοῦτο ἐξ ἀρχῆς ποῦκετο (dass aber ein Teil (sc. der Seele) im Kopf seinen Sitz hat, einer im Herzen und einer in der Leber ist von Anfang an festgelegt worden).³⁴ Die Aktivitäten der Seelenteile werden von Galen als δυνάμεις (Vermögen) bezeichnet und mit konkreten Substanzen verbunden. So am Beispiel der Leber: τοιαύτης γὰρ δυνάμεως ἀρχὴ τὸ ἥπαρ οἷα καὶ τοῖς φυτοῖς ὑπάρχει. καλείσθω γὰρ ἐν γε τῷ παρόντι δύναμις, ὕστερον ἐπιδειξόντων ἡμῶν ἀκριβέστερον ὡς πολλῶν ἐστὶ δυνάμεων ἀρχὴ τὸ ἥπαρ καὶ κάλλιον οὐσίαν ψυχῆς ὀνομάξιν, οὐ δύναμιν, ἐν ἐκάστῳ τῶν τριῶν σπλάγγων περιεχομένην, ἐν ἐγκεφάλῳ μὲν λογιστικὴν, ἐν καρδίᾳ δὲ θυμοειδῆ, κατὰ δὲ τὸ ἥπαρ ἐπιθυμητικὴν ἢ, ὡς οἱ περὶ τὸν Ἀριστοτέλην, θρεπτικὴν ἢ φυτικὴν ἢ γενετικὴ (der Ursprung eines solchen Vermögens, wie es auch bei den Pflanzen vorhanden ist, ist die Leber. Es soll für den Augenblick Vermögen genannt werden, später werden wir genauer aufzeigen, dass die Leber der Ursprung vieler Vermögen ist und werden es besser als Wesen (οὐσία) der Seele bezeichnen und nicht als Vermögen. Es ist in allen drei inneren Organen enthalten: im Gehirn als rationales, im Herzen als erregbares, in der Leber als begehrendes Prinzip, oder, wie die Aristoteliker sagen, das ernährende, vegetative oder zeugende Prinzip).

Es lag nahe, dass sich mit dem Problem „Seele“ die exakte Wissenschaft Anatomie mit der Theologie berühren und auch in Konflikt kommen musste. Und es überrascht daher auch nicht, dass anatomische Passagen in theologischen Büchern vorkommen, die zum Teil überraschende Anschauungen zum Ausdruck bringen.³⁵ Den potentiellen Konflikt mit der Theologie bringt der berühmteste Anatom seiner Epoche, Vesalius, in seinen *Fabrica* anlässlich der Diskussion der Funktion des Herzens zum Ausdruck, wobei er zuvor die Seelenlehre Galens darstellt: *Illis namque libris tres animae species partes ve natura admodum inter se discrepantes docens, firmissimis, & scientiam suo ipsius suffragio facientibus demonstrationibus comprobat, iecur ciborum potuumque, & venereorum concupiscibilis animae, cerebrum autem rationalis ac principis locum esse, cor duntaxat irascibilis animae ergastulum esse, concedens. Porro ne hic forsitan in aliquem haeresis*

³⁴ Galenus, Claudius, *De Placitis Hippocratis et Platonis*, ed. Ph. De Lacy (= CMC V 4,1,2), Berlin 1980, 372.

³⁵ Z.B. Servetus, Michael, *Christianismi Restitutio*, Nürnberg 1553.

*censorem impingam, ab hac de animae speciebus, earumdemque sedibus disceptatione, prorsus abstineo: quum tot hodie, ac potissimum apud nostrates, verissimae nostrae religionis iudices reperias: qui si quempiam, vel quum corporum resectiones aggredimur, eiusmodique, in primis scrutari oporteret, aut de Platonis, aut Aristotelis, suorum ve interpretum, aut Galeni de anima sententiis, mussitare audiverint, ilico illum de fide ambigere, ac nescio quid de animarum immortalitate haesitare astruunt: non perpendentes, necesse esse medicis (si modo non temere ad artem accedere, neque inopportune aegrotanti membro remedia invenire, eademque applicare voluerint) de iis quae nos gubernat facultatibus considerare, & quot numero sint generatim, & qualis quaeque sigillatim habeatur, quo ve in animalis membro singulae constitutae sint, fomentumque recipiant: & praeter haec maxime (si modo id adipisci mente possemus) quae animae substantia essentia ve sit (er (sc. Galen) lehrt in jenen Büchern (*De Placitis Hippocratis et Platonis*) drei Arten oder Teile der Seele, die sich ihrer Natur nach voneinander unterscheiden und bestätigt die Lehre durch sehr zuverlässige Darstellungen, die mit seiner eigenen Unterstützung durchgeführt wurden. Er räumt ein, dass die Leber der Ort der Nahrung und aufgenommenen Flüssigkeiten und der den Geschlechtsverkehr begehrenden Seele, das Gehirn aber der rationalen und leitenden (sc. Seele) und das Herz natürlich der Wirkort der erregbaren Seele sei. Damit ich nun aber nicht etwa auf einen Richter für Irrlehren gerate, enthalte ich mich dieser Erörterung über die Arten und Sitze der Seele. Man findet ganz besonders heute bei uns so viele Richter unserer wahrsten Religion, die, wenn sie jemanden entweder über die Lehren Platons oder Aristoteles, oder ihrer Interpreten oder die Lehren Galens von der Seele murmeln hören, wenn wir an die Sektion des Körpers herangehen und in erster Linie Untersuchungen dieser Art anstellen müssten, sogleich versichern, dass er vom Glauben abweiche, und, ich weiß nicht was, über die Unsterblichkeit der Seele unschlüssig sei. Sie bedenken nicht, dass es für die Ärzte (wenn sie nur nicht beiläufig an die Kunst herantreten und nicht für das erkrankte Glied unpassend ein Heilmittel erfinden und es anwenden wollen) notwendig ist, über die Vermögen, die uns leiten, Überlegungen anzustellen bezüglich ihrer Anzahl im Allgemeinen und wie ein jedes sich im Einzelnen verhält oder in welchem Teil des Lebewesens ein jedes angelegt ist und eine Besänftigung empfängt: und neben diesen Aspekten besonders auch (wenn wir es nur mit unserem Geist zu erfassen vermögen), was die Substanz und das Wesen der Seele sei.).³⁶*

³⁶ Vesalius, *De Humani Corporis Fabrica* (s. o. Anm. 4), 741,25.

Eine biologisch-anatomisch ausgerichtete Seelenlehre, die die Vorstellungen der Zeit zu diesem Thema zusammenfassend darstellt, finden wir in dem 1553 in Nürnberg publizierten theologischen Traktat *Christianismi Restitutio*³⁷ im fünften Buch über die Dreieinigkeit (*De Trinitate*) des Theologen und Anatomen Michael Servetus (1509 oder 1512 – 1553). Servetus wurde wegen dieses im Gegensatz zur katholischen, aber auch protestantischen Theologie stehenden Werkes auf Betreiben Calvins am 27. 10. 1553 in Genf auf dem Scheiterhaufen verbrannt:

Ut vero totam animae et spiritus rationem habeas, lector, divinam hic philosophiam adiungam, quam facile intelliges, si in anatome fueris exercitatus. Dicitur in nobis ex trium superiorum elementorum substantia esse spiritus triplex, naturalis, vitalis et animalis. Tres spiritus vocat Aphrodisaeus. Vere non sunt tres, sed duo spiritus distincti. Vitalis est spiritus, qui per anastomoses ab arteriis communicatur venis, in quibus dicitur naturalis. Primus ergo est sanguis, cuius sedes est in hepate, et corporis venis. Secundus est spiritus vitalis, cuius sedes est in corde, et corporis arteriis. Tertius est spiritus animalis, quasi lucis radius, cuius sedes est in cerebro, et corporis nervis (damit du, Leser, eine vollständige Vorstellung von der Seele und vom *spiritus* hast, werde ich hier eine göttliche Philosophie anhängen, die du leicht verstehst, wenn du in der Anatomie Erfahrung hast. Man behauptet, dass in uns aus einem Stoff der drei oben genannten Elemente ein dreifacher *spiritus* sei: *naturalis*, *vitalis* und *animalis*. Aphrodisaeus³⁸ nennt drei *spiritus*. Es sind aber nicht drei, sondern zwei unterschiedliche *spiritus*. Der *spiritus vitalis* ist derjenige, der über die Anastomosen von den Arterien den Venen mitgeteilt wird, dort wird er *naturalis* genannt. Zuerst ist also das Blut, das seinen Sitz in der Leber und den Venen des Körpers hat. Der Zweite ist der *spiritus vitalis*, der seinen Sitz im Herzen und in den Arterien des Körpers hat. Der Dritte ist der *spiritus animalis*, er ist gleichsam der Strahl des Lichtes. Sein Sitz ist im Gehirn und in den Nerven des Körpers).

Fasst man diese Aussagen zusammen, ergibt sich folgende Physiologie der *spiritus*: 1. Dem in der Leber und den Venen vorhandenen Blut wird über Anastomosen von den Arterien der *spiritus vitalis* zugeführt. Dort wird er als *spiritus naturalis* bezeichnet. 2. Der *spiritus vitalis* hat seinen Sitz und Entstehungsort im Herzen. 3. Im Nervensystem ist zudem ein *spiritus animalis* vorhanden.

³⁷ Servetus, Michael, *Christianismi Restitutio*, Nürnberg 1553, 169f.

³⁸ Alexander von Aphrodisias, um 200 n.Chr. Peripatitiker und Aristoteles-Kommentator. Die entsprechenden Passagen finden sich in seinem Kommentar zu *de anima* des Aristoteles: Alexander Aphrodisiensis, *De Anima Liber cum Mantissa*, in: *Supplementum Aristotelicum, Voluminis II pars I*, ed. Ivo Bruns, Berlin 1887.

Diese *spiritus* sind mit klar benennbaren Funktionen – Vermögen – der Seele verbunden. Man kann ihnen physiologische Effekte, die einzelnen Organen zugeordnet sind, zuschreiben. Eine klare Definition der *spiritus* und Beschreibung ihrer physiologischen Auswirkungen gibt kurz zusammenfassend Laurentius am Beginn seines Kapitels über das Herz:³⁹

Facultatum harum differentiae in universum tres sunt; naturalis, vitalis & animalis, quarum gubernaculis totius corporis natura integritasque tenetur & cohaeret. His singulis propriam sedem, in qua functionum opera manifeste emicant, assignarunt Medici. Animalem quidem, quae sensus & motus principium est, in editissimo loco; cerebro quippe calvaria undique circumsepto locarunt. Naturalem, quae auctrice, altrice & procreatrice continetur, in hepate αἱματώσεως officina. Vitalem vero quae impulsu & respiratione viget, in corde, tanquam arce & domicilio omnium tutissimo posuerunt. Est igitur cor Platoni sedes τοῦ θυμικοῦ, quod ἀνδρεῖαν ψυχὴν vocat. Medicis facultatis vitalis domicilium, ἀρχὴ τοῦ θερμοῦ καὶ τοῦ ζῆν, vitae principium, fons caloris, & vivifici nectaris, arteriarum ῥίζωμα, & scaturigo, pulsus & respirationis primus auctor; quo vigente, vigent omnia; languente, languescunt; intereunte, intereunt (im Ganzen gibt es drei unterschiedliche Vermögen (sc. der Seele): das natürliche, das belebende und das beseelte, durch deren Leitung die Natur des gesamten Körpers und die Unversehrtheit aufrechterhalten werden und Bestand haben. Den einzelnen von ihnen haben die Mediziner einen eigenen Sitz zugewiesen, wo die Werke der Vermögen klar hervorleuchten. Das beseelte Vermögen, welches das Prinzip der Wahrnehmung und der Bewegung ist, haben sie an die höchste Stelle, natürlich im Gehirn, welches überall von der Schädeldecke umgeben ist, lokalisiert, das natürliche Vermögen, das durch Vermehrung, Ernährung und Fortpflanzung umfasst wird, in der Leber, der Produktionsstätte des Blutes. Das belebende aber, welches durch Impuls und Atmung sich lebendig zeigt, haben sie im Herzen, gleichsam in einer Burg und sicherster Heimstätte positioniert. Für Platon ist das Herz der Sitz der Leidenschaften, er nennt es die männliche Seele. Für die Mediziner ist die Heimstätte des belebenden Vermögens der Ursprung der Wärme und des Lebens, des belebenden Nektars. Sie ist die Wurzel der Arterien und Sprudelquelle, der erste Verursacher des Pulses und der Atmung; ist es kräftig, ist alles kräftig, ist es erschlafft, erschlafft alles, ist es zugrunde gegangen, geht alles zugrunde).

³⁹ Laurentius, *Historia Anatomica* (s. o. Anm. 26), 465.

An Hand dieser Zeilen kann man durch Vergleich mit den oben zitierten Aussagen Galens sehen, dass sich die physiologischen Vorstellungen seit dem 2. Jht. nicht wesentlich verändert haben.

Servetus beschreibt in seiner Schrift die Synthese der *spiritus* und zeichnet bereits 75 Jahre vor Harvey ein sehr exaktes Bild des Blutkreislaufes vor:⁴⁰

*Quod a corde communicetur hepatis spiritus ille naturalis, docet hominis formatio ab utero. Nam arteria mittitur iuncta venae per ipsius foetus umbilicum: itidemque in nobis postea semper iunguntur arteria et vena. In cor est prius, quam in hepar, a Deo inspirata Adae anima, et ab eo hepatis communicata. Per inspirationem in os et nares, est vere inducta anima: inspiratio autem ad cor tendit. Cor est primum vivens, fons caloris in medio corpore. Ab hepate sumit liquorem vitae, quasi materiam, et eum vice versa vivificat: sicut aquae liquor superioribus elementis materiam suppeditat, et ab eis, iuncta luce, ad vegetandum vivificatur. Ex hepatis sanguine est animae materia, per elaborationem mirabilem, quam nunc audies (dass jener *spiritus naturalis* vom Herzen der Leber mitgeteilt wird, lehrt die Bildung des Menschen im Uterus.⁴¹ Eine Arterie wird nämlich in Verbindung mit einer Vene durch den Nabel des Fötus gesandt: auf dieselbe Weise sind in uns später immer Arterie und Vene verbunden. Im Herzen ist die dem Adam von Gott eingehauchte Seele früher als in der Leber und wird von ihm der Leber mitgeteilt. Die Seele wird wirklich durch die Atmung im Mund und in den Nasen eingeführt: Die Inspiration wendet sich zum Herzen. Das Herz ist das zuerst Lebende,⁴² die Quelle der Wärme in der Körpermitte. Es entnimmt aus der Leber die Lebensflüssigkeit, gleichsam als Stoff, und diesen belebt es im Gegenzug: so wie die Flüssigkeit des Wassers den oberen Elementen eine Materie zuführt und von diesen durch Verbindung mit Licht zum Wachstum belebt wird. Der Stoff der Seele entsteht aus dem Leberblut durch eine erstaunliche Aufarbeitung, die du nun hören wirst).*

Servetus beschreibt nun die Genese des *spiritus vitalis* aus eingeatmeter Luft und einem sehr feinen Blut, welches über die Lungengefäße dem linken Ventrikel zugeführt werde: er gibt damit eine frühe Beschreibung des Lungenkreislaufes und wendet sich von der etablierten Lehrmeinung, dieses besondere Blut gelange über die Herzscheidewand vom rechten in den linken Ventrikel ab:⁴³

⁴⁰ Servetus, *Christianismi Restitutio* (s. o. Anm. 37), 169.

⁴¹ Auch Harvey führt zur Begründung des Blutkreislaufes Beispiele aus der Embryologie auf (siehe besonders Kapitel 4, 6 und 17 aus *De Motu Cordis*).

⁴² Siehe: Harvey, *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628, 28,7f.

⁴³ Servetus, *Christianismi Restitutio* (s. o. Anm. 37), 170.

Ad quam rem est prius intelligenda substantialis generatio ipsius vitalis spiritus, qui ex aere inspirato, et subtilissimo sanguine componitur, et nutritur. Vitalis spiritus in sinistro cordis ventriculo suam originem habet, iuvantibus maxime pulmonibus ad ipsius generationem. Est spiritus tenuis, caloris vi elaboratus, flavo colore, ignea potentia, ut sit quasi ex puriori sanguine lucidus vapor, substantiam in se continens aquae, aeris, et ignis. Generatur ex facta in pulmonibus mixtione inspirati aeris cum elaborato subtili sanguine, quem dexter ventriculus cordis sinistro communicat. Fit autem communicatio haec non per parietem cordis medium, ut vulgo creditur, sed magno artificio a dextro cordis ventriculo, longo per pulmones ductu, agitur sanguis subtilis: a pulmonibus praeparatur, flavus efficitur: et a vena arteriosa, in arteriam venosam transfunditur. Deinde in ipsa arteria venosa inspirato aeri miscetur, expiratione a fuligine repurgatur. Atque ita tandem a sinistro cordis ventriculo totum mixtum per diastolem attrahitur, apta supellex, ut fiat spiritus vitalis (bezüglich dieses Sachverhaltes muss man zuerst die stoffliche Entstehung des *spiritus vitalis* verstehen, welcher aus der eingeatmeten Luft und sehr feinem Blut aufgebaut ist und ernährt wird. Der *spiritus vitalis* hat seinen Ursprung im linken Ventrikel des Herzens, wobei die Lungen wesentlich zu seiner Entstehung beitragen. Der *spiritus* ist fein, durch die Kraft der Wärme aufbereitet, von gelblicher Farbe, von feuriger Potenz, als ob sozusagen eine leuchtende Glut durch ein reineres Blut entstünde, die einen Stoff, der aus Wasser, Luft und Feuer besteht, enthält. Er entsteht durch eine in den Lungen stattfindende Mischung aus eingeatmeter Luft mit aufbereitetem sehr feinem Blute, welches der rechte Ventrikel des Herzens dem linken beistellt. Diese Verbindung aber erfolgt nicht über die mittlere Scheidewand des Herzens, wie man allgemein annimmt, sondern es wird das feine Blut durch eine große kunstvolle Einrichtung und einen langen Weg vom rechten Ventrikel des Herzens über die Lungen geführt: es wird von den Lungen aufbereitet und wird gelblich und wird von der Lungenschlagader in die Lungenvene transfundiert. Dann wird es in den Lungenvene selbst mit der eingeatmeten Luft vermischt und in der Ausatmung von Verbrennungsrückständen gereinigt. Und so wird schließlich durch die Diastole das gesamte Gemisch vom linken Ventrikel, einem passenden Gerät, angezogen, sodass der *spiritus vitalis* entsteht).

Servetus gibt somit in dieser Textstelle eine realistische Beschreibung der Anatomie, aber auch Physiologie der Lungenstrombahn: er beschreibt den Fluss von der *vena arteriosa* (Lungenschlagader) in die *arteria venosa* (Lungenvene) über die Lungen und die Oxygenierung des Blutes, die mit einer helleren Farbe einhergeht (*flavus efficitur*). Auch die

Reinigung von Verbrennungsrückständen ist eine richtige Beobachtung – Kohlendioxid wird in der Expiration abgeatmet.

Renaldus Columbus vertritt in seinem im Jahre 1559 publizierten Lehrbuch der Anatomie (*De Re Anatomica Libri XV*) die gleiche Meinung – das Blut gelangt nicht über das Ventrikelseptum, sondern über die Lungenstrombahn in das linke Herz:⁴⁴

Inter hos ventriculos septum adest, per quod fere omnes existimant sanguini a dextro ventriculo ad sinistrum aditum pateferi. id ut fiat facilius, in transitu ob vitalium spirituum generationem tenuem reddi. Sed longa errant via; nam sanguis per arteriosam venam ad pulmonem fertur, ibique attenuatur; deinde cum aere una per arteriam venalem ad sinistrum cordis ventriculum defertur: quod nemo hactenus aut animadvertit, aut scriptum reliquit: licet maxime sit ab omnibus animadvertendum (zwischen diesen Ventrikeln ist ein Septum.

Beinahe alle nehmen an, dass durch dieses Septum für das Blut ein Zugang vom rechten in den linken Ventrikel offensteht. Sie irren sich aber sehr. Das Blut wird nämlich über die Lungenschlagader der Lunge zugeführt und dort verdünnt. Dann wird es gemeinsam mit Luft über die Lungenvenen in den linken Ventrikel gebracht: das hat bislang entweder niemand bemerkt oder nicht schriftlich niedergelegt, obwohl es von allen ganz besonders beachtet werden sollte).

Wie wir gesehen haben (siehe oben, Servetus), ist der von Columbus erhobene Erstbeschreibungsanspruch nicht gerechtfertigt. Harvey nimmt die Argumentation Columbus' unter Zitierung seines Namens auf.⁴⁵ Dass Servetus weder von Columbus noch von Harvey erwähnt wird, mag daran liegen, dass seine anatomischen Vorstellungen in einer theologischen Schrift veröffentlicht wurden.

Wir befinden uns nun in unserer Darstellung der anatomischen Vorstellungen des 16.Jhdt. an einem zentralen, von den Zeitgenossen heftig diskutierten Punkt: wie erfolgt ein Blutfluss vom venösen Gefäßsystem über den rechten und linken Ventrikel des Herzens in die Arterien?

An Hand der Darstellung im wohl berühmtesten anatomischen Werk der Epoche, der *Fabrica* des Andreas Vesalius, soll noch einmal die *communis opinio* aufgezeigt werden:

⁴⁴ Columbus, Renaldus, *De Re Anatomica Libri XV*, Venedig 1559, 177.

⁴⁵ Harvey, W., *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628, 16,8 und 38,10

Sinister cordis ventriculus, quod spiritum vitalem praecipue contineat & conficiat, aeremque amplectatur, dissectionis professoribus spirituosus aereus ve nuncupatus est: ac quemadmodum dexter ex cava sanguinem trahit, ita quoque iste aerem ex pulmone in arteriam venalem attractum, ad se dilatato corde allicit, illoque ad caloris innati refrigerationem, & substantiae ipsius enutritionem, spiritumque vitalem utitur, hunc aerem excoquens & praeparans: ut is una cum sanguine, qui ex dextro ventriculo in sinistram per ventriculorum septum copiosus resudare putatur, in magnam arteriam, totumque adeo corpus delegari possit (der linke Ventrikel des Herzens wird, da er vorzüglich *spiritus vitalis* enthält und erzeugt, und da er Luft enthält, von den Professoren der Sektion *spiritus*-hältig und lufthältig benannt: und so, wie der rechte aus der Hohlvene Blut anzieht, so lockt auch er die aus den Lungen in die Lungenvenen angezogene Luft durch die Dehnung des Herzen zu sich. Er nützt sie zur Kühlung der eingeborenen Wärme, zur Ernährung der Substanz selbst und für den *spiritus vitalis*, indem er diese Luft verkocht und vorbereitet, sodass diese gemeinsam mit Blut, welches angeblich aus dem rechten Ventrikel über das dichte Ventrikelseptum reichlich in den linken ausschwitzt, in die große Arterie und bis in den ganzen Körper verteilt werden kann).⁴⁶

Der geniale Vesalius war sich keineswegs sicher,⁴⁷ dies bezeugt auch seine Einschränkung der Aussage mit „*qui [...] resudare putatur*“. Einige Seiten vor dieser Passage, Vesalius beschreibt kleine Grübchen an der Herzscheidewand, bringt er seinen Zweifel noch deutlicher zu Ausdruck, mit einer Argumentation, wie sie auch Harvey verwenden wird:⁴⁸ *Utrumque interim hae foveae sint conspicuae, nullae tamen, quod sensu comprehendi potest, ex dextro ventriculo in sinistram per eorundem ventriculorum septum permeant: neque etiam mihi meatus vel obscurissimi occurrunt, quibus ventriculorum septum sit pervium, quamvis illi a dissectionum professoribus enarrentur, quum sanguinem ex dextro ventriculo in sinistram assumi persuasissimum habent. Unde etiam fit, (quemadmodum quoque alicubi monebo apertius) de cordis hac in parte officio, me haud mediocriter ambigere* (wenn auch diese Grübchen bisweilen sichtbar sind, führen keine, soweit man mit den Sinnen feststellen kann,

⁴⁶ Vesalius, Andreas, *De Corporis Humani Fabrica Libri Septem*, Venedig 1555, 745,1.

⁴⁷ In der ersten Auflage seiner *De Corporis Humani Fabrica* (Venedig 1543) hatte er aber noch keine Zweifel geäußert: *De Corporis Humani Fabrica*, 589,28: *ex his foveis nullae (quod sensu saltem comprehendi licet) ex dextro ventriculo in sinistram penetrant, adeo sane ut rerum Opificis industriam mirari cogamur, qua per meatus visum fugientes ex dextro ventriculo in sinistram sanguis resudat* (von diesen Grübchen penetrieren keine (soweit man jedenfalls mit dem Sinn erkennen kann) vom rechten in den linken Ventrikel, sodass wir jedenfalls die Tätigkeit des Schöpfers so sehr zu bewundern gezwungen sind, wie durch Öffnungen, die sich der Betrachtung entziehen das Blut vom rechten in den linken Ventrikel ausschwitzt).

⁴⁸ Vesalius, Andreas, *De Corporis Humani Fabrica Libri Septem*, Venedig 1555, 734.

vom rechten in den linken Ventrikel über das Septum eben dieser Ventrikel: mir sind auch keine Wege, und seien sie auch sehr verborgen, begegnet, auf denen das Ventrikelseptum durchgängig sei, obwohl sie von den Professoren der Sektion erwähnt werden, indem sie vollkommen überzeugt sind, dass das Blut vom rechten Venrikel in den linken aufgenommen wird. Deshalb habe ich (wie ich auch anderen Orts deutlicher darauf hingewiesen habe) bezüglich der Funktion des Herzens in dieser Hinsicht nicht wenig Bedenken).

Neben diesen beiden Vorstellungen zum Blutübertritt vom rechten in das linke Herz gibt es noch weitere Theorien, die Andreas Laurentius in den *Quaestiones XI* seiner 1600 in Paris publizierten und von Harvey wiederholt zitierten *Historia Anatomica* zusammengefasst hat:⁴⁹

De vitalis spiritus generatione, & per quas vias a dextro in sinistrum sinum feratur sanguis.

Quaestio XI.

[...] *vitalis hic spiritus duplicem habet materiam, aeream scilicet & sanguineam: fit enim, ut scribit Galenus 7. De placitis Hippocr. & Plat. ex aere & sanguine simul mixtis. [...] Utraque materia priusquam ad sinistrum cordis sinum feratur praeparatione indiget. Aer per os & nares inspiratus, in pulmonum vasis & tota eius substantia molli, rara ac spongiosa praeparatur [...] praeparatus aer in pulmone, per arteriam venosam fertur in sinistrum sinum. Haec aeris est praeparatio, hi ductus, per quos in sinistrum specum fertur. De sanguinis vero praeparatione quo loco fiat, & per quas vias in sinistrum cordis sinum derivetur, maxima contentione certatur inter Anatomicos. Legi ego, & evolvi multorum tum veterum tum neotericorum scripta, tandem quatuor hac de re omnino inter se dissentientes opiniones invenio.*

Prima, eaque antiquissima, Galeni est. [...] Hanc Galeni opinionem, quae omnium est verissima, damnarunt plerique ex iunioribus. [...]

Fuit secunda Columbi opinio [...]

Tertia opinio est Ioannis Botalli Regii Medici, qui ductum omnibus incognitum a dextra in sinistram auriculam pervium se invenisse gloriatur. [...]

Postrema opinio de sanguinis praeparatione est Ulmi Pictaviensis Medici, qui De liene libellum edidit elegantissimum. Vult sanguinem arteriosum in liene praecoqui, attenuari, praeparari, deinde in aortae truncum, & ab eo in sinistrum cordis sinum asportari, ubi magno naturae mysterio cum aere in pulmonibus praeparato misceatur.

⁴⁹ Laurentius, Andreas, *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600, 481-484.

(Über die Bildung des *spiritus vitalis* und über welche Wege das Blut vom rechten in den linken Ventrikel gelangt.

Fragestellung XI

[...] Dieser *spiritus vitalis* besitzt eine zweifache Materie, nämlich eine luftförmige und eine blutige: er entsteht nämlich, wie Galen im 7. Buch „Über die Lehrmeinung des Hippokrates und Platons“ schreibt, durch eine Mischung von Luft und Blut [...] Bevor beide Materien zum linken Ventrikel des Herzens gebracht werden, bedürfen sie einer Vorbereitung. Die Luft wird über den Mund und die Nasen eingeatmet und in den Gefäßen der Lunge und in ihrer ganzen weichen, lockeren und schwammförmigen Substanz aufbereitet. [...] Die in der Lunge aufbereitete Luft gelangt über die Lungenvenen in die linke Herzkammer. Das ist die Aufbereitung der Luft, das sind die Wege, über die sie zum linken Hohlraum (sc. des Herzens) transportiert wird. Über die Aufbereitung des Blutes, wo sie stattfindet, über welche Wege es in die linke Herzkammer geleitet wird, wird unter den Anatomen mit größter Anstrengung disputiert. Ich habe einen großen Teil der Schriften der Alten, aber auch der Erneuerer gelesen und durchgearbeitet. Trotzdem habe ich über diese Sache nur vier von einander verschiedene Meinungen gefunden.

Erstens, diese ist die älteste und ist von Galen. [...] ⁵⁰

Die zweite Meinung war die von Columbus [...] ⁵¹

Die dritte Meinung stammt von Johannes Botallius, ⁵² dem Arzt des Königs, der sich rühmt, einen allen unbekanntem frei durchgängigen Kanal vom rechten in das linke Herzhorn gefunden zu haben. ⁵³

Die letzte Meinung über die Aufbereitung des Blutes stammt von dem Arzt *Ulmus Pictaviensis*, der ein sehr elegantes Büchlein über die Milz herausgegeben hat. Er will, dass das arterielle Blut in der Milz vorgekocht, verfeinert und aufbereitet und dann in den Stamm der Aorta und weiter in die linke Herzkammer transportiert wird, wo es durch ein großes Geheimnis der Natur mit Luft, welches in den Lungen aufbereitet wurde, gemischt werde).

De facto haben die Meinungen Botallius` und Ulmus` in den Diskussionen im Rahmen der Ausformung der Kreislaufidee nie eine Rolle gespielt. Spätestens mit Columbus` anatomischem Lehrbuch *De Re Anatomica* war schon der Lungenkreislauf etabliert, bzw.

⁵⁰ Siehe oben p.11.

⁵¹ Siehe oben p.17.

⁵² Wohl eher Botallo, Leonardo (1530-ca.1570/71), Leibarzt Karls IX. von Frankreich.

⁵³ Es handelte sich sehr wahrscheinlich um einen Vorhofseptumdefekt oder ein offenes Foramen ovale.

musste von den Anatomen diskutiert werden. Und selbst der große Vesalius hat seine Bedenken zum Blutübertritt durch das Septum geäußert.

Columbus (ein Schüler des Vesalius) hat in den Jahren 1544 – 1559 in Padua gelehrt, seine Vorstellungen waren also dort bekannt und Harvey, der von 1599 – ca. 1602 in Padua studiert, wird mit diesen neuen Ideen konfrontiert worden sein.

Servetus hat auch schon den großen Kreislauf vorgezeichnet, wenn er den *spiritus vitalis* über Anastomosen von den Arterien in die Venen übertreten lässt (*vitalis est spiritus, qui per anastomoses ab arteriis communicatur venis*⁵⁴). Diese Aussage findet sich, wie gesagt, in einem theologischen Werk und wurde von den Anatomen nicht wahrgenommen.

Wahrgenommen wurden auch die Schriften des Andrea Cesalpino⁵⁵ nicht, der 1571 in seinen *Peripateticarum Quaestionum libri V* ebenfalls den Lungenkreislauf beschrieben hatte (*huic sanguinis circulationi ex dextro cordis ventriculo per pulmones in sinistrum eiusdem ventriculum optime respondent ea quae ex dissectione apparent*⁵⁶ (diesem Kreislauf des Blutes vom rechten in den linken Ventrikel des Herzens entsprechen die Verhältnisse, wie sie sich bei der Sektion darstellen)). Zudem deutet er in seinen 1583 erschienen *de Plantis Libri XVI* die Existenz eines Übertrittes des Blutes von den Arterien in die Venen an, damit war der Kreislauf des Blutes vorgezeichnet: *nam in animalibus videmus alimentum per venas duci ad cor tanquam ad officinam caloris insiti, & adepta inibi ultima perfectione per arterias in universum corpus distribui agente spiritu, qui ex eodem alimento in corde gignitur* (bei den Tieren sehen wir, dass die Nahrung über die Venen zum Herzen wie zu einem Herd der inneren Wärme transportiert und, nachdem dort die letzte Veredelung erfolgt ist, über die Arterien durch die Wirkung des *spiritus*, der aus derselben Nahrung im Herzen entsteht, im ganzen Körper verteilt wird).⁵⁷

Die Idee des Blutkreislaufes war am Ende des 16. Jhdts. durch die Paduaner Anatomenschule (Vesalius, Columbus, Cesalpino) bereits vorgezeichnet, sie musste nur noch experimentell bewiesen werden. Systematische Untersuchungen wurden von den genannten Anatomen nicht gemacht oder aber nicht berichtet, ihre Überlegungen beruhten auf Analogieschlüssen. An der

⁵⁴ Siehe oben p.13.

⁵⁵ Cesalpino, Andrea (1519-1603), ital. Philosoph, Botaniker und Physiologe, Schüler des Columbus.

⁵⁶ Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, Venedig 1571, 111E.

⁵⁷ Cesalpino, A., *De Plantis Libri XVI*, Florenz 1583, 3.

Wende zum 17. Jhdt. treten nun aber Männer auf, die eine andere wissenschaftliche Methode fordern: durch die Kombination von Hypothesenformulierung und deren Bestätigung durch das Experiment sollte der entscheidende Durchbruch in der Klärung der Kreislaufanatomie und -physiologie gelingen. Es sollte William Harvey durch die konsequente Anwendung der neuen, von Francis Bacons geforderten wissenschaftlichen Methode vorbehalten sein, die Klärung herbeizuführen.

5. Text

Der Text ist der der Erstausgabe Frankfurt 1628 bei Wilhelm Fitzer. Die im Erstdruck auf den zwei unmittelbar dem Text folgenden nicht nummerierten Seiten (entsprechend den Seiten 73 und 74) vom Herausgeber angeführten Korrekturen wurden weitgehend übernommen und im Apparat nicht eigens angeführt. Bei Unklarheiten wurde zum Vergleich der Text der Ausgabe 1660 von Leers in Rotterdam herangezogen.

Den angeführten Korrekturen wurde vom Herausgeber folgender Text vorangestellt (siehe Abb. 3a und 3b im Anhang):

Tot erratis, opusculo tam exiguo, lector benevole, externis locis impress[i]o, absente authore & per tantum terrae marisque spatium dissito, his transmissioni epistolarum iniquis temporibus, rei novitas & nostris correctoribus inusitata, missi exemplaris litera peregrina, veniam exposcunt. Reliqua minutiora facile intelegendum, haec quae & tuum intellectum impediunt & authoris sensum pervertant, prius necesse est quam legas, (quod facillime poteris) penna corrigas.

Da das Werk so gering ist, geneigter Leser, an fremdem Ort gedruckt in Abwesenheit des Autors, der über eine so weite Strecke von Land und Meer entfernt ist, zu diesen Zeiten, die für die Übermittlung von Briefen ungünstig sind, verlangen die Neuheit der Sache (Aufgabe), die für unsere Korrektoren ungewohnt ist, und die fremdartige Schrift des übersandten Exemplars Nachsicht für die so zahlreichen Irrtümer. Die übrigen Kleinigkeiten sind leicht zu verstehen; bei dem, was dein (Text-)Verständnis behindert und den Sinn (die Aussage) des Autors ins Gegenteil verkehrt, ist es vor der Lektüre notwendig (was sehr leicht zu machen ist), dass du es mit der Feder korrigierst.

Auf Grund dieser Bemerkungen liegt der Schluss nahe, dass Harvey keine Korrekturlesung des gedruckten Textes durchführen konnte.⁵⁸ Dadurch und durch die schwer leserliche

⁵⁸ Eine Auffassung, die auch von Geoffrey Keynes vertreten wird. Die ersten Druckexemplare enthalten die *errata* nicht (so auch das Exemplar der Österreichischen Nationalbibliothek), sie sind nur einer Minderzahl an Kopien beigefügt und dürften somit von Harvey nach Erhalt eines ersten Druckes veranlasst worden sein: Keynes, G., *A Bibliography of the Writings of Dr. William Harvey*, Cambridge 1953, 4.

Handschrift⁵⁹ erklären sich auch viele Fehler und Ungereimtheiten bezüglich Interpunktion und Setzung von Klammern. Diese Schwierigkeiten konnten aber größtenteils durch Vergleichung mit der Ausgabe von Leers, Rotterdam 1660, geklärt werden.

Die Orthographie und Interpunktion des Originals wurden weitgehend beibehalten. Falls Änderungen durchgeführt wurden, entsprechen sie dem Text der Ausgabe von Leers 1660.

⁵⁹ Weil, E., William Fitzer, the publisher of Harvey's *de motu cordis*, 1628, *The Library* s4-XXIV, Issue 3-4 (1944), 145.

Die Existenz folgender Ausgaben von *De Motu Cordis* konnte aus verschiedenen Verbundkatalogen und nach Geoffrey Keynes⁶⁰ recherchiert werden:

1628, Francofurti, Sumptibus Guielmi Fitzeri

1635, Venedig, Apud Marcum Antonium Brogiollum

1639, Leiden, Ex Officina Ioannis Maire

1643, Padua, Apud Sebastianum Sardum, Sumptibus Dominici Ricciardi

1645, Amsterdam, Apud Iohannem Blaeu

1647, Leiden, Ex Officina Ioannis Maire

1648, Rotterdam, Ex Officina Arnoldi Leers

1654, Rotterdam, Ex Officina Arnoldi Leers

1660, Rotterdam, Ex Officina Arnoldi Leers

1660, London, Ex Officina R. Danielis

1671, Rotterdam, Ex Officina Arnoldi Leers

1689, Padua, Apud Cadorinum, Superiorum Permissu

1697, Bonn, Typis Longhi, Superiorum Permissu

1736, Leiden, Apud Iohannem van Kerckhem

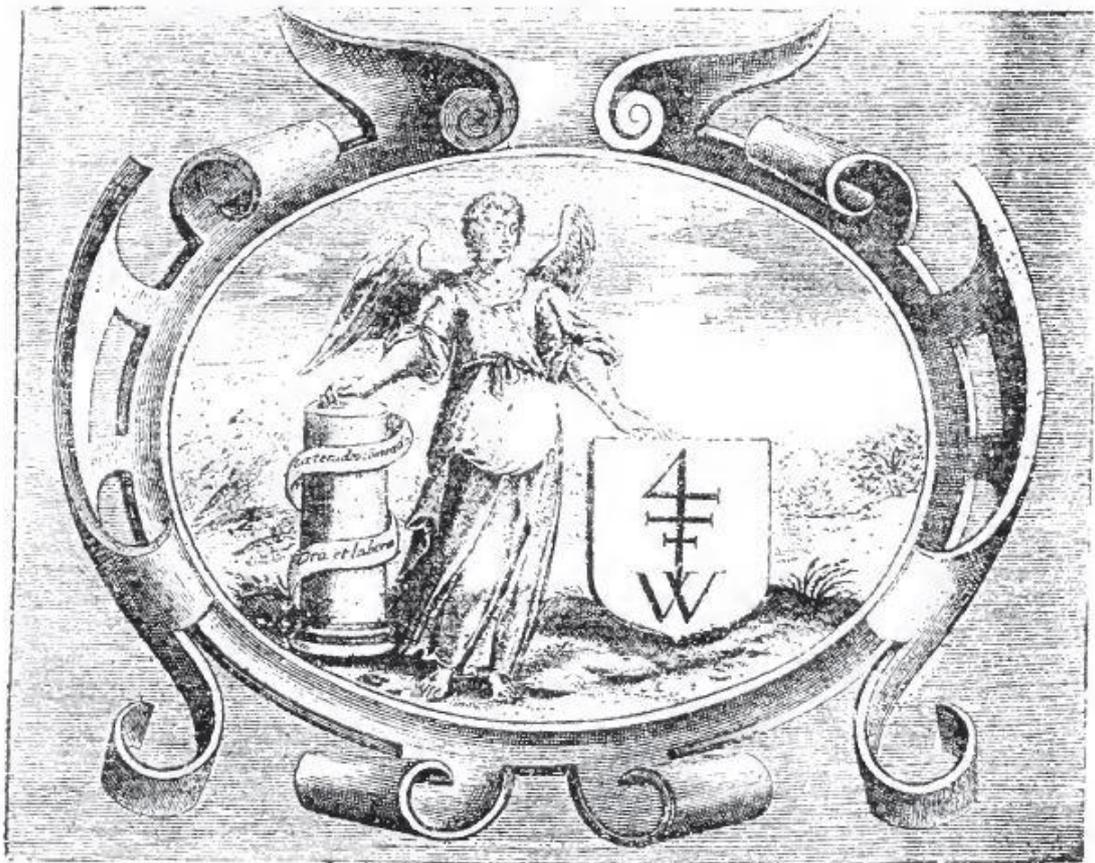
1751, Glasgow, In Aedibus R. Urie, Sumptibus D. Baxter, Bibliopolae

1753, Leiden, Apud Gerardum Potvliet, et Cornelium de Pecker

1825, Edinburgh, Ven, apud Iohannem Carfrae et Filium; atque Longman et Socios,
Londoni

⁶⁰ Keynes, G., A Bibliography of the Writings of Dr. William Harvey, Cambridge 1953.

EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-
 BVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Professoris Anatomie in Col-
legio Medicorum Londinensi.



FRANCOFVRTI,
 Sumptibus GVILIELMI FITZERI.
 ANNO M. DC. XXVIII.

SIGLA

F: Ausgabe Frankfurt 1628 bei Wilhelm Fitzer

K: die im Anhang zu **F** vom Herausgeber vorgeschlagenen Korrekturen

L: Ausgabe Rotterdam 1660 bei Arnold Leers

EXERCITATIO

**ANATOMICA DE
MOTU CORDIS ET SAN-
GUINIS IN ANIMALI-
BUS,**

GUILIELMI HARVEI ANGLI.

*Medici Regii, & Professoris Anatomiae in Col-
legio Medicorum Londinensi.*

FRANCOFURTI,

Sumptibus GUILIELMI FITZERI.

ANNO M. DC. XXVIII.

Serenissimo & Invictissimo
CAROLO, MAGNAE
BRITANNIAE, FRANCIAE,
ET HYBERNIAE REGI, FI-
DEI DEFENSORI.

Serenissime Rex,
Cor animalium, fundamen-
tum est vitae, princeps omnium,
Microcosmi Sol, a quo omnis
Vegetatio dependet, vigor omnis & robur
emanat. Rex pariter regnorum suorum
fundamentum, & Microcosmi sui Sol, Rei-
publicae Cor est, a quo omnis emanat po-
testas, omnis gratia provenit. Quae de mo-
tu cordis hic scripta sunt, Majestati tuae (uti
huius seculi mos est) offerre eo magis au-
sus sum, quod ad hominis exemplum hu-

mana pene omnia, & ad cordis, Regis plurima. Regi itaque non inutilis cordis sui notitia, tanquam actionum divinum Exemplarium: (sic parvis componere magna solebant.) Poteris saltem Regum optime, in fastigio rerum humanarum positus, una opera & humani corporis principium & Regiae simul potestati Tuae effigiem contemplari. Suscipe itaque, humilime precor; Serenissime Rex usitata benignitate & clementia de corde nova haec, qui ipse novus splendor huius seculi, & totum vere cor es, princeps virtute abundans, ac gratia; cui acceptum iure merito referimus, quicquid nostra Anglia boni, quicquid vita nostra iucundi, habet.

Augustissimae Majestatis Tuae
devotissimus servus

Guilielmus Harveius.

Excellentissimo & Ornatiss. Viro D.
D. ARGENT,
COLLEGII MEDICORUM
LONDINENS. PAESIDI AMICO SUO
Singulari caeterisq; Doctiss. Medicis
Collegis suis amantiss.
S. P. D.

Meam de motu & usu cordis, & circuitu sanguinis sententiam E. D. D. antea saepius in praelectionibus meis Anatomicis aperui novam: sed iam per novem & amplius annos multis ocularibus demonstrationibus in conspectu vestro confirmatam, rationibus & argumentis illustratam, & ab obiectionibus doctissimorum & peritissimorum Anatomicorum liberatam, toties ab omnibus desideratam, a quibusdam efflagitatam, in lucem & conspectum omnium hoc libello pro-

duximus. Quem nisi vobis transmissum E. D. D. minus sperarem prodire posse integrum & tutum, cum pene omnium illarum observationum, ex quibus aut veritatem colligo, aut errores redarguo, e vobis plurimos & fide dignos appellare possum testes, qui dissectiones meas vidistis, & ocularibus demonstrationibus eorum, quae hic ad sensum palam assevero, assistere candide & astipulari consuevistis. Et cum contra receptam viam, per tot secula annorum ab innumeris, iisque clarissimis doctissimisque, viris tritam & illustratam; sanguinem iter novum metiri suum & revolvere solus iste liber affirmaret; arroganter nimis factum, ne videretur, libellum istum per aliquot abhinc retro annos alioquin perfectum, vel in publicum exire vel transfretare si permissem, summopere vererbar: Nisi prius vobis proposuissem, & per autopsiam confirmassem, vestris dubiis & obiectionibus respondissem, & Praesidis ornatissimi censuram in favorem acceptissem. Persuasissimum veruntamen habui, quod si coram vobis nostroq; Collegio tot tantisque viris doctissimis nobilitato, propositum sustinere potuerim, ab aliis tum demum minus pertimescendum, & iam illud, quod mihi

a vobis, ob amorem veritatis, contigit unicum solatium, ab omnibus aliis qui similiter sint philosophati non minus esse sperandum. Philosophi enim veri, qui amore veritatis & sapientiae flagrant, nunquam se tam σοφὸς, sapientia plenos reperiunt, aut suo sensu abundant, quin veritati, a quocunque & quodocunque venerit, locum dent. Nec tam angusti animi ut credant quamvis artem aut scientiam adeo omnibus numeris absolutam & perfectam a veteribus traditam, ut aliorum industriae, & diligentiae nihil sit reliquum: cum profiteantur plurimi, maximam partem eorum quae scimus, eorum quae ignoramus minimam esse, nec ita traditionibus & praeceptis quorumcunque addicti, inservire se patiuntur Philosophi, & libertatem perdunt, ne oculis propriis fidem adhibeant, nec ita in verba iurant antiquitatis magistrae, ut veritatem amicam in apertis relinquant, & in conspectu omnium deserant. Sed sicut credulos & vanos, omnia prima facie admittere & credere, ita manifesta sensui non videre, & Luce meridiana diem non agnoscere, stupidos & insensatos pariter existimant. Et non minus poetarum fabulas, & vulgi deliramenta, quam Scepticorum epochen in via philosophica

declinare docent. Omnes item studiosi, boni, honestique, nunquam ita passionibus indignationis, invidiae, obrui mentem sinunt, quo minus audiant aequo animo quae pro veritate proferantur, aut rem vere demonstratam intelligant: nec turpe putant mutare sententiam si veritas suadet & aperta demonstratio: nec errores, licet antiquissimos deserere arbitrantur in honestum. Cum optime norint quod humanum sit errare, decipi, & quod casu multa reperta esse contingat quae discere quivis a quovis possit, a iuvene senex, a stulto intelligens.

Verum isto tractatu, Collegae Amantissimi, in authorum & scriptorum Anatomicorum nominibus, operibus & sententiis recensendis, exagitan- dis memoriam meam, & lucubrationes, multam- que lectionem & magnum volumen ostentare no- lebam. Tum quod non ex libris, sed ex dissectioni- bus, non ex placitis Philosophorum, sed fabrica na- turae discere & docere Anatomen profitear. Tum quod neque e veteribus quemquam debito hono- re defraudare, neque e posteribus quemquam irritari aequum censeam, aut moliar. Neque cum iis qui in Anatomicis antecelluerunt, & me docue- runt, manus conserere, aut dimicari honestum pu- tem. Accidit, quod nec falsitatis crimen, in quem-

piam veritatis studiosum mea sponte inurere vellem,
nec quenquam erroris labe insimulare. Sed solam
veritatem sector, & omnem tum operam, tum oleum
eo contuli, ut aliquid bonis gratum, doctis com-
modum, & rei litterariae utile in medium proferre
possim. Valete Domini D. Excellentis. & Anato-
mico vestro favete

Guilielmo Harveo

PROOEMIUM

Quo demonstratur, quae hactenus
scripta sunt de motu, & usu cordis & arteria-
rum minus firma esse.

De cordis arteriarumque motu, pulsu, actione, usu,
& utilitatibus cogitanti, operae pretium est, quae
prius ab aliis mandata sunt literis, evolvere, quae
vulgo iactata & tradita, animadvetere, ut quae
recte dicta, confirmentur: quae falsa, dissectione
anatomica, multipilici experientia, diligenti, &
accurata observatione emendentur.

Pene omnes huc usque Anatomici, Medici, & Philosophi sup-
ponunt cum Galeno, eundem usum esse pulsus, quem respirationis,
& una re tantum differre, quod ille ab animali haec a vitali facul-
tate manat: reliquis, vel quod ad utilitatem, vel quod ad motus
modum spectat similiter se habentibus, unde affirmant (ut Hiero-
nymus Fabr. ab aq. p. libro suo de respiratione nuperrime e-
ditto) quod quoniam non sufficit pulsus cordis, & arteriarum ad e-
ventandum, & refrigerandum; ideo a Natura pulmones circa cor
fabrefactos esse. Hinc patet quod quaecunque dixerint priores de
Systole, & Diastole, de motu cordis & arteriarum, haec omnia ad
pulmones respicientes eos tradidisse.

Cum vero aliter se habeat motus, & constitutio cordis, quam
Pulmonum, aliter arteriarum, quam pectoris, alios exinde, usus, &
utilitates exoriri verisimile est, differeque plurimum cordis, &

2 demonstratur, quae **K**: demonstratur, quod, quae **F, L**, 9 falsa, dissectione **K, L**: falsa
dissectione **F**, 15 manat **K**: manet **F, L**

similiter Arteriarum pulsus, & usus, a pectoris & pulmonum. Si enim iisdem usibus inserviant pulsus, ac respiratio, & in Diastole intromittant aerem in cavitates suas arteriae (uti vulgo dicunt) & in Systole per poros carnis, & cutis fuligines emittant, nec non medio tempore inter Systolem, & Diastolem, aerem contineant; & quovis tempore aut aerem, aut spiritus, aut fuligines expellant; Quid itaque respondeant Galeno, qui librum scripsit, Natura sanguinem contineri in arteriis, & nihil praeter sanguinem, nimirum neque spiritus, neque aerem, sicut ab experimentis & rationibus in eodem libro facile colligere licet. Et si in Diastole replentur arteriae ab aere intromisso, in maiori pulsu, maiori subeunte aeris copia: ergo magno existente pulsu, si totum corpus in balneum immerseris, vel aquae, vel olei, necesse est pulsum statim aut minorem esse, aut tardiolem multo: cum per corpus ambientis balnei, aerem intra arterias permeare difficilius sit, si non impossibile. Similiter, cum omnes arteriae tam profundae, quam cutaneae, eodem tempore, & pari velocitate distendantur; quomodo poterit aer tam libere, & celeriter per cutem, carnem, habitumque corporis in profundum pertransire, quam per cuticulam solam. Et quomodo Embryonum arteriae forniseus in cavitates suas aerem per ventrem maternum, & per corpus uteri attrahant? Vel quomodo Phocae, Balenae, Delphines, cetaceum omne genus, & pisces omnes in profundo maris arteriarum suarum Diastole, & Systole, per immensam aquae massam celeri pulsu aerem intromittunt, & emittunt. Dicere vero quod aerem implantatum in aqua absorbent, & in aquam fuligines suas reddant, figmento haud absimile. Et si in Systole arteriae per poros carnis, & cutis, fuligines e cavitatibus illorum expellunt, cur non item spiritus, quos dicunt etiam in illis contineri, cum spiritus multo tenuiores fuliginibus sint. Et si cum in Systole, tum in Diastole aerem arteriae accipiunt, & reddunt, uti pulmones in respiratione; cur non & hoc faciunt inflicto per

4 per poros **L**: per eosdem poros **F**, 7 aut fuligines expellant, quid **L**: aut fuligines. Quid **F**

arteriotomiam vulnere? Sectione trachaeae per vulnus, aerem ingredi, regredi duobus contrariis motibus, palam est: Secta vero arteria statim uno continuo motu sanguinem vi protrudi, & non aerem, vel ingredi, vel regredi manifestum est. Si pulsus artieriarum partes corporis refrigerant, & eventant uti pulmones ipsum cor; quomodo dicunt vulgo arterias a corde in partes singulas vitalem sanguinem differre refertissimum spiritibus vitalibus? Qui partium calorem foveant, sopitum suscitent, & quasi absumptum resarciant, & quomodo (si ligaveris arterias) statim partes non modo torpent, frigent, & quasi pallidae cernuntur, sed & ali tandem desinunt, quod secundum Galenum contingit, quia calore, qui per omnes partes superne a corde confluerat, privatae sint: cum hinc pateat magis arterias calorem partibus deferre, quam refrigerium, & eventationem. Praeterea quomodo Diastole simul spiritus a corde attrahantur, ad calefaciendas partes, simulque ab externo refrigerium? Amplius, tametsi iisdem usibus pulmones, arterias, & cor inservire aliqui affirmant, tamen cor spirituum officinam esse, & arterias spiritus continere, transmittere etiam dicunt: Pulmones autem spiritus facere, aut retinere contra Columbi opinionem, negant. Quin & cum Galeno, quod sanguis contineatur in arteriis, & non spiritus, contra Erasistratum asseverant. Videntur istae opiniones ita inter se pugnare, & sese invicem refellere, ut omnes non immerito sint suspectae. Sanguinem in arteriis contineri, & arterias solum sanguinem deferre tum experimento Galeni, tum in arteriotomia, tum in vulneribus manifestum est, cum ab una arteria dissecta, hoc etiam Galenus affirmat plurimis in locis unius semihorae spatio totam massam sanguinis ab universo corpore, magna, & impetuosa profusione exhaustam fore, experimentum Galeni tale est. Si (inquit) *funiculo arteriam utrinq; ligaveris & medio recisso secundum longitudinem, quod inter duas ligaturas in arteriis comprehensum erit, nihil praeter sanguinem esse reperies: & sic probat sanguinem solum continere. Unde etiam similiter nobis ratiocinar*

Galen. lib.
quod sangui.
cont.
in arteriis.

8 foveant **K, L**: faveant **F**, 14 attrahatur **K**: attrahat **F**, attrahet **L**, 22 non immerito **K, L**: non merito **F**

licet: Si eundem sanguinem, qui venis similiter ligatis, & rescissis inest, inveneris in arteriis (quem in mortuis, & aliis animalibus saepius ego expertus sum) eadem ratione similiter concludere nos possumus, arterias eundem sanguinem, quem venae, & nihil praeter eundem sanguinem continere. Aliqui dum dissolvere difficultatem tentant, spirituosum, & arteriosum esse sanguinem affirmantes, tacite concedunt, arteriarum munus esse sanguinem a corde in unversum corpus deferre, & repletas sanguine arterias esse: Spirituosus enim sanguis, non minus sanguis est: Etiam sanguis prout sanguis, & qui in venis fluit, eum spiritibus imbuti nemo negat. Quod si, qui in arteriis est sanguis uberiori spirituum copia turgeat, tamen existimandum est hos spiritus a sanguine inseparabiles esse, sicut illi in venis, & quod sanguis, & spiritus unum corpus constituent (ut serum, & butyrum in lacte, aut calor in aqua calida) quo corpore replentur arteriae & cuius corporis distributionem a corde arteriae praestant, & hoc corpus nihil aliud, quam sanguis est. Si vero hunc sanguinem in arteriis, e corde per arteriarum Diastolem attrahi dicunt, videntur astruere, quod arteriae sua distensione sanguine isto replentur, & non aere ambiente, uti prius: Nam si etiam aere ab ambiente repleri dicant, quomodo & quando recipient e corde sanguinem? Si in Systole id fiat, continget impossibile; repleri arterias, cum contrahantur, vel repleri, & non distendi; Sin autem in Diastole, in duos usus contrarios, & sanguinem, & aerem, & calorem, & frigus simul recipient; quod est improbable. Amplius cum affirmant, simul Diastolem cordis, & arteriarum esse, & simul Systolem, alterum est inconveniens. Quomodo enim cum simul distenduntur duo corpora sic invicem connata, alterum ab altero attrahat, vel cum simul contrahuntur, alterum ab altero recipiat aliquid? Insuper forsitan impossibile est, aliquid posse aliud corpus ita in seipsum attrahere ut distendatur, cum distendi sit pati nisi ut spongia prius vi ab externis constricta, dum redeat ad constitutionem suam naturalem. Tale autem aliquid in arteriis posse esse, difficile est fingere. Sed arterias distendi, quia replentur, ut sacculi, & utres,

21 contrahantur **L**: attrahantur **F**, contrahuntur **K**

atque non repleti, quia distenduntur ut folles, facile, & aperte demonstrare me posse, & palam ante hac demonstrasse existimo: Attamen libr. *quod sang. cont. in arter.* Galeni experimentum in contrarium sic se habet. Arteriam nudatam secundum longitudinem incidit, calamumque, vel concavam, perviam fistulam immittit, quo & sanguis exilire non possit, & vulnus obturetur. *Quoadusque* (inquit) *sic se habet, arteria tota pulsabit: cum primum vero obductum filum super arteriam, & fistulam in laqueum contrahens arteriae tunicas calamo obstrinxeris, non amplius arteriam ultra laqueum palpitare videbis.*

Nec ego feci experimentum Galeni, nec recte posse fieri vivo corpore ob impetuosi sanguinis ex arteriis eruptionem puto, nec obturabit sine ligatura vulnus fistula: & per fistulae cavitatem ulterius prosilire sanguinem non dubito, tamen hoc experimento & probare videtur Galenus facultatem pulsificam per tunicas arteriarum a corde manare, & quod arteriae dum distendantur, ab illa facultate pulsifica repleantur, quia distenduntur ut folles, non distendantur, quia replentur, ut utres. Sed & in arteriotomia, & vulneribus contrarium manifestum est: sanguis enim saliendo ab arteriis profunditur cum impetu, modo longius, modo propius vicissim prosiliendo, & saltus semper est in arteriae Diastole & non in Systole. Quo clare apparet, impulsu sanguinis arteriam distendi. Ipsa enim dum distenditur, non potest sanguinem tanta vi proiicere, potius aerem in se per vulnus attrahere deberet, secundum ea, quae vulgo de arteriarum usu iactata sunt. Nec crassities tunicarum arteriae nobis imponat, facultatem pulsificam provenire a corde per ipsas tunicas: Nam quibusdam animalibus arteriae a venis nihil differunt, & extremis partibus hominis, & parvis disseminationibus arteriarum quales in cerebro, manu &c. nemo per tunicas, arterias a venis poterit distinguere: eadem enim utrisque tunica: in aneurismate praeterea ex incisa vel exesa arteria genito, eadem omnino pulsatio

5 perviam **K**: per viam **F**, per vulnus **L**, 31 arteria **L**: arteriae **F**, arterias **K**

cum reliquis arteriis, & tamen non habet tunicam arteriae. Hoc mecum doctissimus Riolanus *lib. 7.* attestatur. Neque eundem usum pulsus, ac respirationis quis existimet, quod iisdem causis quibus, respiratio, crebriores, maiores, celeriores fieri cernat, uti cursu, ira, balneo, aut quovis calfaciente (ut dicit Galenus). Nam non solum illud experimentum est in contrarium (quod solvere Galenus nititur) cum ab immodica repletione pulsus existant maiores, respirationes minores; Sed & in pueris pulsus frequentes, cum respiratio interim rara. Similiter in timore, & curis, & anxietate animi, imo aliquibus in febris pulsus celeres, frequentes, respirationes vero tardiores. Haec & huiusmodi incommoda positas opiniones de pulsu, & usu arteriarum, consequuntur: non minus forsitan etiam ea, quae de usu, & pulsu cordis affirmantur, difficultatibus plurimis & inextricabilibus implexa sunt. Cor affirmant vulgo fontem, & officinam vitalis spiritus esse, quibus vitam singulis partibus largiatur, & tamen negant dextrum ventriculum spiritus facere, sed praebeere duntaxat alimentum pulmonibus, unde dicunt piscibus deesse dextrum ventriculum cordis, & omnino omnibus deest quibus non sunt pulmones: & quod dexter ventriculus cordis, pulmonum gratia sit.

1. Cur (quaeso) cum eadem pene constitutio sit utriusque ventriculi, eadem fabrica fibrarum, lacertulorum, valvularum, vasorum, auricularum, & eodem uterque in dissectionibus referciatur sanguine, similiter nigricante, similiter grumescente: Cur (inquam) cum eadem sit utriusque actio, motus pulsus, variis eos usibus, tam differentibus, existimemus destinatos fuisse? Si valvulae tricuspidales tres sub dextri ventriculi ingressu, impedimento sint sanguinis regressui in venam cavam, & si semilunares tres illae in orificio arteriosae venae ut sanguinis regressum impedirent factae sint: cur, cum similiter se habeant sinistro ventriculo similiter sanguinis tum egressui, tum regressui impediendo factas esse, negemus?

2. Et cum magnitudine, forma, situ, omnino eodem pene modo

3 quibus **K**: uti **F, L**, 30 negemus **K, L**: om. **F**

sinistro se habeant ventriculo, quo in dextro, cur dicunt hic spirituum egressui et regressui impedimento esse in dextro vero sanguinis? Idem organon simile non videtur sanguinis, & spirituum motus similiter impedire apte posse.

3. Et cum meatus, & vasa sibi invicem respondeant magnitudine, videlicet, vena arteriosa, & arteria venosa; cur unum privato usui destinetur, videlicet alendis pulmonibus, alterum publico?

4. Et quomodo probabile est (uti notavit Realdus Columbus) tanto sanguine opus esse ad nutritionem pulmonum, cum hoc vas, vena videlicet arteriosa, exsuperat magnitudine utrumque ramum distributionis venae cavae descendens cruralem?

5. Et (quaeso) cum pulmones tam prope sint, & vas tam amplum existat, & ipsi continuo motu, quid est quod dextri ventriculi pulsu opus sit? & quid est quod Natura, gratia alendorum pulmonum, alterum ventriculum cordi adiungere necesse habeat?

Cum dicunt sinistrum ventriculum e pulmonibus, & dextro cordis sinu materiam attrahere, ad spiritus condendos; aerem videlicet & sanguinem, & pariter in aortam spirituosum sanguinem distribuere: & hinc fuligines, videlicet retro per arteriam venalem remitti in pulmones, illinc spiritus in aortam. Quid est quod separationem facit, & quomodo huc illuc spiritus et fuligines citra permisionem aut confusionem comitantur? Si tricuspidales non impediunt egressum fuliginum ad pulmones, quomodo impediunt aeris? Et quomodo semilunares prohibebunt regressum spirituum (subsequente Diastole cordis) ab aorta? Et omnino, quomodo dicunt per arteriam venalem spirituosum sanguinem distribui e ventriculo sinistro in pulmones, nec interim impediunt tricuspidales? cum affirmant aerem per idem vas a pulmonibus in ventriculum sinistrum ingredi, cuius regressui tricuspidales illae valvulae impedimento esse voluerunt. Deus bone! Quomodo tricuspidales impediunt aeris egressum, & non sanguinis?

1 spirituum **L**: spiritum **F**, 3 ? **K**, **L**: om. **F**, 7 ? **K**, **L**: om. **F**, 11 ? **K**, **L**: om. **F**, 15 ? **K**, **L**: om.
F, 2 quomodo: quod modo **F**, quo modo **K**, spiritus et fuligines **L**: spiritus fuligines **F**, , 22 ? **K**,
L: om. **F**, 29 regressui **K**, **L**: egressui **F**, 31 ? **K**, **L**: om. **F**

Amplius, cum venam arteriosam, vas amplum, magnum cum tunica arteriae factum, non nisi privato, & uni usui (videl. alendis pulmonibus) destinarint: Cur arteriam venalem vix pari magnitudine cum tunica venae molli, laxa, pluribus usibus, tribus, vel quatuor videlicet fabrefactam asseverant? volunt enim per ipsam aerem e pulmonibus in sinistrum ventriculum permeare: volunt similiter e corde in pulmones fuligines per ipsam remeare: volunt spirituosus sanguinis portionem a corde per ipsam in pulmones ad ipsos refocillandos distribui.

Si fuligines & aerem a corde illas, ad cor hunc per eundem tubulum volunt transmitti; tam contrariis motibus, & usibus unum vas, & unam viam fabricare Natura solita non est, nec videre uspiam contigit.

Si fuligines, si aerem hac via permeare, remeare contendunt, ut per Bronchia pulmonum quare exsecta, vel incisa arteria venosa, neque aerem, neque fuligines reperire in dissectione possumus, & unde semper refertam crasso sanguine arteriam venosam istam videmus, & nunquam aere; cum in pulmonibus, & aerem remanentem cernimus?

Si quis experimentum Galeni faceret, & cani adhuc viventi tracheam incideret, & follibus pulmones aere impleret per vim, & distentos ligaret fortiter; Idem mox dissecto pectore multam aeris copiam in pulmonibus usque ad extimam illorum tunicam invenerit, sed neque in arteria venosa, neque in sinistro ventriculo cordis quidquam. Si aerem e pulmonibus, in cane vivente, aut cor attraheret, aut pulmones transmitterent, multo magis hoc experimento id facere deberent. Imo in administratione Anatomica inflatis cadaveris pulmonibus, etiam aerem statim huc ingredi (si ulli essent meatus) quis dubitaret? Tam magni vero faciunt hunc usum arteriae venosae, videlicet ad aerem e pulmonibus cordi deferendum: ut Hieronym. Fabr. ab aq. p. huius vasis causa pulmones factos fuisse, & hanc esse praecipuam pulmonum particulam contendat.

26 transmitteren **K**, **L**: transmitteret **F**

Sed amabo, si aeri deferendo arteria venosa condita sit, cur eius constitutio est venae?

Fistulis potius opus esset Naturae & quidem quales Bronchia sunt annularibus, ut semper pateant, & neque concidant, & ut omnino vacuae sanguine permaneant ne humor aeris transitum impediat, uti manifestum est, quando pulmones pituita Bronchiis vel infarcta, vel paululum admissa laborant sibilo, & strepitu oborto dum respiramus.

Minus toleranda illa opinio, quae cum duplicem materiam (aerem et sanguineam) necessariam esse ad spiritus vitales efficiendos supponit, sanguinem per mediastini cordis caecas porositates de dextro in sinistrum ventriculum transudare, aerem per magnum vas, Arteriam venosam e pulmonibus attrahi contendit: Et proinde in septo cordis porositates plures esse producendo sanguini accomodatas. Sed me hercule porositates nullae sunt, neque demonstrari possunt.

Septi enim cordis substantia densior, & compactior est quavis altera corporis particula, exceptis ossibus, & nervis. Sed si adessent foramina, quomodo (cum simul uterque ventriculus distenditur, & dilatatur) alterum ab altero quidpiam, aut sinistrum sanguinem e dextro exhaurire possibile est? Et cur non potius dextrum spiritus ex sinistro quam sinistrum sanguinem e dextro ventriculo per eadem foramina evocare crediderim. At mirum, & incongruum certe, sanguinem per coecos obscurosque ductus, & aerem per patientissimos eodem instanti, commodius attrahi. Et cur quaeso pro sanguinis transitu in sinistrum ventriculum ad coecas, & invisibiles porositates incertas, obscuras confugiunt, quando adest per arteriam venosam tam patens iter? mirum mihi certe est, quod per cordis septum, crassum, durum, densum, compactissimum viam facere, vel fingere potius maluerunt, quam per patens vas venosum, aut etiam per pulmonum substantiam raram, laxam, mollissimam, spongiosam. Praeterea si per septi substantiam sanguis permeare potuisset, aut e ventriculis imbibi, quid opus esset venae, & arteriae coronalis ramulis ad ipsius septi nutritionem divaricatis? Quod notatu dignissimum, si in foetu (quando omnia ra-

3-7 &...laborant **K, L** : (&...laborant) **F**, 9 expelli: recensit **K**: expelli recenset **F, L**

riora, molliora) Natura coacta fuit per foramen ovale sanguinem in sinistrum ventriculum e vena cava per arteriam venosam traducere: Quomodo verisimile possit esse quod in adulto per cordis septum iam densius aetate factum tum commode nulloque negotio transfundat.

Andreas Laurentius *lib. 9. cap. 11. Quaestione 12.* auctoritate Galeni *de lo. affect. lib. 6. cap. 7.* & experientia Hollerii fultus, asserit, & probat e cavitate pectoris serositates, & pus Empyricorum in arteriam venosam absorptum per sinistrum ventriculum cordis, & per arterias cum urina, vel faecibus alvi posse expelli: recensit quin etiam in confirmationem casum cuiusdam Melancholici, qui saepius deliquium animi passus a paroxysmo liberatus erat emissionae urinae turbidae, foetidae, acris: quo genere morbi tandem confectus, dissecto cadavere, talis substantia, qualem mingebat, neque in vesical, neque in renibus uspiam apparebat, sed in cordis sinistro ventriculo, & cavitate pectoris plurima: unde gloriatur se horum affectuum talem praedixisse causam. Ego autem non possum non mirari, cum ipse materiam heterogeneam posse eodem tractu evacuari divinarat, & praedicaverat: quod iisdem viis sanguinem e pulmonibus in sinistrum ventriculum secundam naturam deduci convenienter cernere, aut asseverare non potuit, aut noluit.

Itaque ex his, & huiusmodi plurimis patet, cum ea quae dicta antehac a prioribus de motu, & usu cordis, & arteriarum, aut inconvenientia, aut obscura, aut impossibilia diligentius consideranti appareant, utile proinde admodum erit paulo penitius rem introspicere, arteriarum, & cordis motus non solum in homine, sed & aliis universis animalibus cor habentibus contemplari: Quin etiam vivorum dissectione frequenti, multaue autopsia veritatem discernere, & investigare.

20 noluit **F**: voluerit **L**

EXERCITATIO

Anatomica,

DE MOTU CORDIS

ET SANGUINIS IN

ANIMALIBUS.

Caput Primum.

Causae, quibus ad scribendum Author permotus fuerit.

Cum multis vivorum dissectionibus (uti ad manum dabantur) animum ad observandum primum appuli; quo cordis motus usum, & utilitates in animalibus per autopsiam, & non per libros aliorumque scripta invenirem: Rem arduam plane, & difficultatibus plenam continuo reperi, ut (cum Fracastorio) motum cordis soli Deo cognitum fuisse, pene opinarer. Nec enim quomodo Systole, aut Diastole fieret, nec quando, aut ubi dilatatio, & constrictio existeret, recte potui internoscere, propter celeritatem scilicet motus qui in multis animalibus, nictu oculi, quasi traiecto fulgure, se in conspectum exhibuit, & subtrahit illico, ita ut modo hinc Systolen, illinc Diastolen, modo e contra, modo varios, modo confusos fieri motus me existimabam cernere: unde animus mihi fluctuabat, nec quid vel ipse statuerem, vel aliis crederem habebam, & motum cordis esse qualis Euripi fluxus, & refluxus Aristoteli, Andream Laurentium scripsisse non mirabar.

Tandem maiori indies, & disquisitione, & diligentia usus, multa

frequenter, & varia animalia viva introspeciendo, multis observationibus collatis, & rem attigisse, & ex hoc labyrintho me extricatum evasisse, simulque motum, & usum cordis, & arteriarum, quae desiderabam, comperta habere me existimabam. Ex quo non solum privatim amicis, sed etiam publice in praelectionibus meis anatomicis, Academico more, proponere meam in hac re sententiam non verebar.

Quae cum aliis (uti fit) placebat, aliis minus: hi convellere, calumniari, & vitio vertere, quod a praeceptis, & fide omnium Anatomicorum discesserim: Illi rem novam cum inquisitu dignam tum maxime utilem fore confirmantes, plenius sibi explicatam poscere. Tandem amicorum precibus, ut omnes meorum laborum participes fierent, partim etiam aliorum permotus invidia qui dicta mea iniquo animo accipientes, & minus intelligentes, me publice traducere conabantur, ut omnes de me, & de re ipsa iudicium ferant, haec typis mandare publice coactus fui: Sed & eo libentius, quod Hieronym. Fabr. ab aq. p. cum singulas pene animalium particulas, accurate, & docte peculiari tractatu delineaverat, solum cor intactum reliquit. Denique ut si quid reipub. literariae ex opera mea utile, & commodum hac in parte accederet, forsitan recte fecisse me constaret, nec alii omnino inertem me vixisse viderent, & quod senex ait in Comoedia (*“Nunquam quisquam ita bene subducta ratione ad vitam fuit, Quin res, aetas, usus aliquid apportet novi, Aliquid admoneat, ut illa quae te scire credas, nescias. Et quae tibi putaris prima in experiundo repudies.”*)

Illud forsitan in cordis motu eveniat nunc, aut alii hinc saltem, hac data via, foelicioribus freti ingeniis, rei rectius gerendae, & melius inquirendi occasionem capient.

Caput II.

Ex vivorum dissectione, qualis sit Cordis motus.

Primum itaque in Cordibus, omnium adhuc viventium animalium aperto pectore, & dissecta capsula, quae cor immediate circumcludit observare licet. Cor aliquando movere, aliquando quiescere,

& esse tempus in quo movetur, & in quo motu destituitur.

Haec manifestiora in cordibus frigidorum animalium, ut bufone, serpentibus, ranis, cochleis, gammaris, crustatis conchis, squillis, &

pisciculis omnibus: Fiunt etiam omnia manifestiora in cordibus calidiorum, ut canis, porci, si eosque attente observaveris quoad emori cor, & languidius moveri, & quasi extinguere incipiat: tum etenim tardiores, & rariores ipsius motus fieri, & longiores quietes, cernere aperte, & clare poteris, & motus qualis sit, & quomodo fiat, commodius intueri, & diiudicare licet. In quiete, ut in morte cor laxum, flaccidum, enervatum, inclinatum quasi iacet.

In motu, & eo quo movetur, tempore tria prae caeteris animadvertenda.

I. Quod erigitur cor, & in mucronem se sursum elevat, sic ut illo tempore ferire pectus, & foris sentiri pulsatio possit.

II. Undique contrahi, magis vero secundum latera, ita, uti minoris magnitudinis, & longiusculum, & collectum appareat. Cor anguillae exemptum, & super tabulam aut manum positum hoc facit manifestum: aequae etiam apparet in corde pisciculorum, & illis frigidioribus animalibus, quibus cor coniforme, aut longiusculum est.

III. Comprehensum manu cor eo quo movetur tempore, duriusculum fieri, a tentione autem illa durities est, quemadmodum si quis lacertos in cubitu manu comprehendens, dum movent digitos, illos tendi, & magis renitentes fieri percipiat.

IV. Notandum insuper in piscibus, & frigidioribus sanguineis animalibus, ut serpentibus, ranis, &c. illo tempore, quo movetur cor albidioris coloris esse, cum quiescit a motu coloris sanguinei saturum cerni.

Ex his mihi videbatur manifestum; Motum cordis esse tentionem quandam ex omni parte, & secundum ductum omnium fibrarum, & constrictionem undique, quoniam erigi, vigorari, minorari, & durescere in omni motu videtur, ipsiusque motum esse, qualem musculorum, dum contractio fit secundum ductum partium nervosarum, & fibrarum, musculi enim cum moventur, & in actu sunt vigorantur, tenduntur, ex mollibus duri fiunt, attolluntur, incrassantur, & similiter Cor.

Ex quibus observatis rationi consentaneum est, Cor eo quo movetur tempore, & undique constringitur, & secundum parietes incrassetur

scit: secundum ventriculos coarctari, & contentum sanguinem protrudere, quod ex quarta observatione satis patet, cum in ipsa tensione sua propterea quod sanguinem in se prius contentum expresserit, albescit, & denuo in laxatione, & quiete, subingrediente de novo sanguine

23 coloris **K, L**: caloris **F**

in ventriculum, redit color purpureus, & sanguineus cordi. Verum nemo amplius dubitare poterit, cum usque in ventriculi cavitatem inflicto vulnere, singulis motibus, sive pulsationibus cordis in ipsa tensione prosilire cum impetu foras contentum sanguinem viderit.

Simul itaque haec, & eodem tempore contingunt, tensio cordis, mucronis erectio, pulsus, qui forinsecus sentitur ex allisione eius ad pectus, parietum incrassatio & contenti sanguinis protrusio cum impetu a constrictione ventriculorum.

Hinc contrarium vulgariter receptis opinionibus, apparet, cum eo tempore, quo cor pectus ferit, & pulsus foris sentitur; una cor distendi secundum ventriculos; & repleri sanguine putetur, quanquam contra rem se habere intelligas, videlicet cor dum contrahitur inaniri. Unde qui motus vulgo cordis Diastole existimatur, revera Systole est. Et similiter motus proprius cordis; Diastole non est, sed Systole, neque in Diastole vigoratur cor, sed in Systole, tum enim tenditur, movetur, vigoratur.

Neque omnino admittendum illud; tametsi divini Vesalii adducto exemplo confirmatum; De vimineo circulo scilicet ex multis iuncis pyramidatim iunctis, cor secundum fibras rectas tantum moveri; Et sic dum apex ad basin appropinquat, latera in orbem distendi, & cavitates dilatari, & ventriculos cucurbitulae formam acquirere, & sanguinem intromere, nam secundum omnem quem habet ductum fibrarum, cor eodem tempore tenditur, constringitur, & potius incrassari, & dilatari parietes, & substantiam, quam ventriculos; & dum tenduntur fibrae a cono ad basin, & cor una ad basin trahunt, non in orbem latera cordis inclinarent, sed potius contrarium, uti omnis fibra in circulari positione dum contrahitur versus rectitudinem. Et sicut omnes musculorum fibrae, dum contrahuntur & in longitudine abbreviantur, ita secundum latera distenduntur, & eodem modo quo in musculorum ventribus incrassantur. Adde, quod non solum in motu cordis per directionem, & incrassationem parietum contingit ventriculos coarctari, sed ulterius eo quod fibrae illae sive lacertuli, in quibus solum fibrae recte (in pariete enim omnes fibrae sunt circulares) ab Aristotele Ner-

vi dictae, quae variae in ventriculis cordis maiorum animalium, dum una contrahuntur, admirabili apparatu, omnia interiora latera veluti laqueo invicem compelluntur, ad contentum sanguinem maiori robore expellendum.

6 allisione **K, L**: allusione **F**, 33 fibrae **K**: om. **F**, 34 variae: varie **K**, vario **F, L**

Neque verum est similiter, quod vulgo creditor, cor ullo suo motu, aut distentione sanguinem in ventriculis attrahere, dum enim movetur, & tenditur, expellit: dum laxatur, & concidit, recipit sanguinem eo modo, quo postea patebit.

Caput III.

Arteriarum motus qualis ex vivorum dissectione.

Ulterius in cordis motu observanda veniunt haec, quae ad arteriarum motus, & pulsationes spectant.

I. Eo tempore quo cordis fit tentio, contractio, percussio pectoris, & omino Systole, Arteriae dilatantur, pulsum edunt, & in sua sunt Diastole: Similiter eo tempore quo dexter ventriculus contrahitur, & protrudit contentum sanguinem, vena arteriosa pulsatur, & dilatatur simul cum reliquis arteriis corporis.

II. Quando sinister ventriculus cessat moveri, pulsare, & contrahi: cessat pulsus arteriarum; imo quando languidius tenditur, pulsus in arteriis vix perceptibilis, & similiter cessante dextro in vena arteriosa.

III. Item secta quavis arteria, vel perforata in ipsa tentione ventriculi sinistri propellitur foras sanguis ex vulnere cum impetu. Similiter secta vena arteriosa eodem tempore, quo dexter ventriculus tenditur, & contrahitur, exinde cum impetu sanguinem prosilire videbis.

Similiter etiam in piscibus secta fistula, quae e corde in bronchia ducit, quo tempore cor tendi, & contrahi videbis, eo una etiam sanguinem exinde pertrudi cum impetu.

Similiter denique cum in omni arteriotomia sanguis prosiliendo exeat modo longius modo propius saltum fieri in arteriarum Diastole, & quo tempore cor pectus ferit, comperies: atque hoc nimirum eo tempore quo cor tendi, & contrahi apparet, & in sua esse Systole erectione, unaque sanguis expellitur eodem motu.

Ex his videtur manifestum contra communia dogmata, quod arteriarum Diastole sit eo tempore, quo cordis Systole: & arterias repleri, & distendi, propter sanguinis a constrictione ventriculorum cordis immissionem, & intrusionem; quin etiam distendi arterias, quia re-

plentur ut utres, aut vesica; non repleti, quia distenduntur ut folles. Et eadem de causa universi corporis arteriae pulsant, videlicet, a tensione sinistri cordis ventriculi, sicut vena arteriosa a dexteri.

21 bronchia **K, L**: branchias **F**

Denique arteriarum pulsum fieri ab impulsu sanguinis e ventriculo sinistro: eodem pacto, quo cum quis in chirothecam inflat, omnes digitos simul, & una distendi, & pulsum aemulari: etenim secundum cordis tentionem pariter pulsus fiunt maiores, vehementiores, frequentes, celeres, rythmum, & quantitatem, & ordinem servantes, nec est expectandum, ut propter motum sanguinis tempus inter constrictionem cordis, & arteriarum (praecipue magis distantium) dilationem intercedat, ne fiant simul, cum eodem modo se habet, ut in inflatione chirothecae, aut vesicae, quod per plenum, (ut per tympanum, & in longis lignis) ictus, & motus simul sunt in utroque extremo, & quod Aristoteles: *palpitat intra venas (arterias intelligit) sanguis omnium animalium pulsuque simul undique movetur, sic pulsant venae omnes & simul invicem, propterea quod pendent omnes a corde; movet autem semper, quare & illae semper, & simul invicem quando movet.*

3. Anim.
cap.9.
De respir.
cap.15.

Notandum cum Galeno, a veteribus Philosophis venas pro arteriis, appellatas fuisse. Accidit aliquando me vidisse, & prae manibus habuisse casum quendam, qui mihi hanc veritatem apertissime confirmabat. Habuit quidam tumorem ingentem pulsantem Aneurisma dictum in dextra parte juguli prope descensum arteriae subclaviae in axillas ab ipsius arteriae exesione prognatum (qui summum indies incrementum capessebat) & illud propter immissionem sanguinis ab arteria, singulis pulsationibus distendentis (quod secto post mortem cadavere deprehensum erat) in illo pulsus eiusdem brachii exilis admodum, eo quod maior sanguinis portio, & influxus in tumorem divertebatur, & interceptus fuit.

Quare sive per compressionem, sive per infarctum, vel interceptionem ubicunque sanguinis motus per arterias praepeditur, ibi posteriores arteriae minus pulsant, cum pulsus arteriarum, nil nisi impulsus sit sanguinis in arterias.

Caput IV.

Motus cordis & auricularum qualis ex vivorum dissectione.

Praeter haec circa motum cordis observanda sunt, quae ad auricularum usum spectant.

Quod Casper Bauhinus & Iohannes Riolanus viri doctissimi, &

21 immissionem **K**, **L**: missionem **F**, 22 distendentis **K**: distentis **F**, distenti **L**

Bauhin.
lib.2.c.21.
Ioan.Rio-
lan.lib.8.
cap1.

Anatomici peritissimi observarunt & admonent, quod si in viva sectione alicuius animalis cordis motum studiose observes, quatuor motus loco, & tempore distinctos aspicias: quorum duo sunt proprii auricularum, ventriculorum duo. Pace tantorum virorum, quatuor sunt motus, loco, non vero tempore distincti. Simul enim ambae auriculae movent, & simul ambo ventriculi, ut quatuor loco motus distincti sunt duobus tantum temporibus, atque hoc se habet modo.

Duo sunt quasi eodem tempore motus, unus auricularum, alter ipsorum ventriculorum: nec enim simul omnino fiunt: sed praecedit motus auricularum, & subsequitur cordis, & motus ab auriculis incipere, & in ventriculos progredi visus est. Cum iam languidiora omnia emoriente corde, & in piscibus, & in frigidioribus sanguineis animalibus inter hos duos motus, tempus aliquod quietis intercedit, ut cor quasi suscitatum motui respondere videtur, aliquando citius, aliquando tardius, & tandem ad mortem inclinans cessat motu suo respondere, & quasi capite duntaxat leviter annuit, & obscure adeo movetur, ut potius motus signum praebere pulsanti auriculae videatur. Sic prius desinit cor pulsare, quam auriculae, ut auriculae supervivere dicantur, & primus omnium desinit pulsare sinister ventriculus, deinde eius auricula, demum dexter ventriculus, ultimo (quod etiam notavit Galen.) reliquis omnibus cessantibus, & mortuis pulsat usque dextra auricula, uti ultimo in dextra auricula vita remanere videatur. Et dum sensim emoritur cor videre licet, post duas vel tres pulsationes auricularum, aliquando quasi expergefactum cor respondere, & unum pulsum lente, & aegre peragere, & moliri.

Sed & praecipue notandum, quod postquam cessavit cor pulsare adhuc auricula pulsante digito super ventriculum cordis posito, singulae pulsationes percipiuntur in ventriculis, eodem plane modo, quo ventriculorum pulsationes in arteriis sentiri antea diximus, a sanguinis impulsu nimirum distentione facta, & hoc tempore, pulsante solum auricula, si forfice cordis mucronem absecueris, exinde singulis auriculae

pulsationibus sanguinem effluere conspicies: ut hinc pateat quomodo in ventriculos sanguis ingrediatur, non attractione, aut distentione cordis, sed ex pulsu auricularum immissus.

Notandum est ubique omnes, quas voco, & in auriculis, & in corde pulsationes contractiones esse: & plane primo contrahi auriculas videbis, & in consequentia, cor ipsum. Auriculae enim dum moventur, &

8-9 alter ipsorum **K, L**: alter i-psorum, 24 cor resonere **K, L**: correspondere **F**

pulsant albidiores fiunt, praesertim ubi pauco sanguine replentur (replentur autem tanquam promptuarium, & lacuna sanguinis, declinante sponte sanguine, & venarum motu compresso ad centrum) quin etiam in finibus, & extremitatibus ipsarum haec albedo a contractione fieri, vel maxime apparet.

In piscibus, & ranis, & similibus (unum ventriculum habent cordis & pro auricula vesicam quandam in basi cordis positam refertissimam sanguine) hanc videbis vesicam primo contrahi, & subsequi postea cordis contractionem apertissime.

At vero & quae his contrario modo se habent a me observata ascribere huc visum est. Cor anguillae, & quorundam piscium, & animalium etiam exemptum sine auriculis pulsat: Immo si in frusta dissecueris partes eius divisas separatim sese contrahere, & laxare videbis ita, ut in his post cessationem motus auricularum cordis corpus pulsum faciat, & palpitet. Sed an hoc proprium vivacioribus animalibus, quorum radicale humidum glutinosum magis, aut pingue, & lentum est, & non ita facile dissolubile. Quod etiam apparet in carne anguillarum, quae post excoriationem, exenterationem, & in frusta dissectionem motum retinet.

In Columba certe experimento facto postquam cor desierat omnino moveri, & nunc etiam auriculae motum reliquerant per aliquod spatium digitum saliva madefactum, & calidum cordi superimpositum detinui: Quo fomento quasi vires, & vitam postliminio recuperasset, cor, & eius auricula moveri, & sese contrahere, atque laxare, & quasi ab orco revocari videbantur.

Sed & praeter haec aliquoties a me observatum fuit, postquam cor ipsum, & eius auricula etiam dextra, a pulsatione quasi mortis articulo quiescebant; in ipso sanguine qui in dextra auricula continetur, obscurum motum, & inudationem, ac palpitationem quandam manifesto

superfuisse, tamdiu scilicet, qua calore & spiritu imbui videretur.

Tale quiddam evidentissime in prima animalis generatione intra septem dies ab incubatione, in ovo Gallinaceo cernitur. Inest primum ante omnia gutta sanguinis, quae palpitat (quod etiam annotavit Aristot.) ex qua incremento facto, & pullo aliqua ex parte formato, fiunt cordis auriculae, quibus pulsantibus perpetuo inest vita: cum postea corpus delineari intermissis aliquot diebus inceperit, tum etiam cordis corpus procreatur, & per aliquod tempus albidum apparet, & ex-

angue, ut reliquum corpus, nec pulsum edit, nec motum. Quin etiam in foetu humano vidi, circa principium tertii mensis similiter cor formatum, sed albidum, & exangue, cuius tamen auriculis sanguis inerat uberrimus & purpureus. Sed enim in ovo, iam adaucto, & conformato foetu, simul, & cor adaugeri, & ventriculos habere, quibus sanguinem tunc recipere, & transmittere ocepit.

Ita ut si penitius introspicere quis velit, non solum cor esse primum vivens, & ultimum moriens dixerit, sed auriculas (& quae in serpentibus, piscibus, & huiusmodi animalibus pars pro auricula est) & prius quam cor ipsum vivere, & post etiam emori.

Imo an prius adhuc ipse sanguis, vel spiritus habeat in se obscuram palpitationem quam post mortem retinere mihi visus est: & an cum palpitatione vitam incipere dicamus, dubitare contingit, quandoquidem, & sperma animalium omnium (ut notavit Arist.) & spiritus prolificus palpitando exit, velut animal quodam. Ita Natura in morte quasi decursione facta reducem (ut Arist.) agat motu retrogrado a calce ad carceres eo unde proruit sese recipit, & cum animalis generatio ex non animali procedat in animal, tanquam ex non ente in ens iisdem retro gradibus corruptio ex ente revolvitur in non ens, unde quod in animalibus ultimo fit deficit primum & quod primo ultimum.

De motu
animalium
cap.8.

Observavi quoque in omnibus pene animalibus cor vere inesse, & non solum (ut Aristot. dicit) in maioribus, & sanguineis, sed in minoribus, exanguibus, crustatis, & testaceis quibusdam, ut limacibus, cochleis, conchis, astacis, gammaris, squillis, multisque aliis; imo vespis, & crabronibus, muscis (ope perspicilli ad res minimas discernendas) in summitate illius perticulae quae cauda dicitur, & vidi pulsans cor, & alii videndum exhibui.

In exanguibus vero Cor lente admodum, rarisque ictibus pulsat, atque ut in aliis iam moribundis contingit, & tarde sese contrahit, ut fa-

cile in cochleis est cernere. Quorum cor deprehendes in fundo illius orificii in latere dextro quod se aperire, & claudere eventationis causa videtur, & unde salivam expuit, sectione facta in summitatem iuxta partem iecori analogam.

Sed notandum & hoc, hyeme, & frigidioribus tempestatibus exan- quia aliqua (qualis est Cochlea) nihil pulsans habent, sed vitam magis plantae agere videntur, ut etiam reliqua quae plant-animalia ideo di- cuntur.

19 revolvitur **K, L**: revolvatur **F**, limacibus **K, L**: lumacibus **F**

Notandum insuper in omnibus animalibus ubi cor inest, ibi etiam auriculas esse vel auriculis aliquid analogon: Et ubicunque cor duplici ventriculo donatur, ibi duas semper adstare auriculas, non contra: Sed si in ovo pulli conformationem advertas: Primum inest ut dixi, tantum vesicula, vel auricula, vel gutta sanguinis pulsans, postea incremento facto absolvitur cor. Ita quibusdam animalibus (quasi ulteriorem perfectionem non adipiscentibus) pulsans vesicula quaedam instar puncti cuiusdam rubri vel albi, duntaxat inest, quasi principium vitae: uti apibus, vespis, cochleis, squillis, Gammaris, &c.

Est hic apud nos minima squilla (quae Anglice dicitur a Shrimp, Belgicae een Herneel) in mari, & in Thamesi capi solita, cuius corpus omnino pellucidum est: Eam aquae impositam saepius praebui spectandam amicissimis quibusdam meis, ut cordis illius animalculi motus liquidissime perspiceremus, dum exteriores illius corporis partes visui nihil officerent, quo minus cordis palpationem quasi per fenestram intueremur.

In ovo Gallinaceo post quatuor, vel quinque dies ab incubatione, primum rudimentum pulli instar nubeculae videndum exhibui, nimirum ovo cui cortex adimebatur, in aquam limpidam, tepidamque immisso, in cuius nubeculae medio punctum sanguineum palpitans tam exiguum erat, ut in contractione dispareret, & visum aufugeret in laxatione instar summitatis acus appareret rubicundum: Ita ut inter ipsum videri, & non videri quasi inter esse & non esse, palpationem & vitae principium ageret.

CAPUT V.

Cordis motus actio, & functio.

Ego vero ex his tandem, & huiusmodi observationibus repertum iri confido, motum cordis ad hunc modum fieri.

Primum sese contrahit auricula, & in illa contractione sanguinem contentum (quo abundat tanquam venarum caput, & sanguinis promptuarium, & cisterna) in ventriculum cordis coniicit, quo repleto cor sese erigit, continuo omnes nervos tendit, contrahit ventriculos, & pulsum facit, quo pulsu immisum ab auricula sanguinem continenter protrudit in arterias, dexter ventriculus in pulmones per vas illud,

quod vena arteriosa nominatur, sed re vera, & constitutione, & officio, & in omnibus arteria est: sinister ventriculus in aortam, & per arterias in universum corpus.

Isti duo motus, auricularum unus, alter ventriculorum ita per consecutionem fiunt, servata quasi harmonia & Rithmo, ut ambo simul fiant, & unicus tantum motus appareat, praesertim in calidioribus animalibus, dum illa celeri agitantur motu. Nec alia ratione id fit quam cum in machinis, una rota aliam movente, omnes simul movere videantur, & in mechanico illo artificio, quod sclopetis adaptant, ubi compressione alicuius ligulae, cadit silex, percutit chalybdem, & propellit, ignis elicitur, qui in pulverem cadit, igitur pulvis, interius prorepat, disploditur, evolat globulus, metam penetrat, & omnes isti motus propter celeritatem quasi in nictu oculi simul fieri apparent. Sic etiam in deglutitione, radicis linguae elevatione, & oris compressione, cibus vel potus in fauces deturbatur, larynx a musculis suis, & epiglottide clauditur, elevatur, & aperitur, summitas gulae a musculis suis, haud aliter quam saccus ad implendum attollitur, & ad recipiendum dilatatur, & cibum, vel potum acceptum transversis musculis deprimit, & longioribus attrahit: Et tamen omnes isti motus a diversis, & contradistinctis organis facti, cum harmonia, & ordine, dum fiunt, unum efficere motum videntur, & actionem unam, quam deglutitionem vocamus.

Sic contingit plane in motione, & actione Cordis, quae deglutitio quaedam est, & transfusio sanguinis e venis in arterias: Et si quis (dum haec habuerit in animo) cordis motum diligenter in viva dissectione animadverterit, videbit, non solum, quod dixi, cor sese erigere, & motum unum fieri cum auriculis continuum, sed inundationem quandam & lateralem inclinationem obscuram secundum ductum ventriculi dextri, & quasi sese leviter contorquere, & hoc opus peragere: Et quemadmodum cernere licet, cum equus potat, & aquam deglutit, singulis gulae tractibus absorberi aquam, & in ventriculum demitti, qui motus

sonitum facit & pulsum quendam & auscultantibus, & tangentibus exhibet, ita dum istis cordis motibus fit portio sanguinis e venis in arterias traductio, pulsum fieri, & exaudiri in pectore contingit.

Motus itaque cordis omnino ad hunc se habet modum, & una actio cordis est ipsa sanguinis transfusio, & in extrema usque, mediantibus arteriis propulsio, ut pulsum; quem nos sentimus in arteriis, nil nisi sanguinis a corde impulsus sit.

5 Rhythmo **F**: ritmo **L**, Rithmo **K**, 6 fiant, & **K L**: fiant, **F**, 11 in pulverem **F**: dum in pulverem **L**, 14 deglutitione, radicis **K**, **L**: deglutitione radicis **F**

An vero cor sanguini praeter transpositionem, & motum localem, & distributionem aliquid aliud addat, sive calorem, sive spiritum, sive perfectionem, posterius inquirendum, & ex aliis observationibus colligendum: Hoc in praesentia sufficiat satis ostensum esse in pulsu cordis sanguinem transfundi, & deduci e venis in arterias per cordis ventriculos, & distribui in universum corpus.

Sed & hoc omnes aliquo modo concedunt, & ex cordis fabrica, & valvularum artificio, positione, & usu colligunt. Verum tanquam in loco obscuro titubantes coecutire videntur, & varia, subcontraria, & non cohaerentia componunt, & ex coniectura plurima pronunciant, ut ante demonstratum est.

Causa maxima hac in parte haesitandi et errandi una fuisse mihi videtur, cordis cum pulmone in homine contextus: cum venam ibi arteriosam in pulmones obliterari, & similiter arteriam venosam conspexissent, unde aut quomodo dexter ventriculus in corpus distribueret sanguinem: aut sinister e vena cava exhauriret, obscurum admodum illis erat; hoc attestantur Galeni verba (dum contra Erasistratum de venarum origine & usu, & sanguinis coctione, invenitur) *respondebitis (inquit) ita esse effectum, ut in iecore sanguis praeparatur, atque inde in cor deferatur, ibi postea reliquam propriae formae perfectionem absolutam accepturus. Quod profecto ratione vacare non videtur: Nullum enim perfectum & magnum opus repente una aggressionem fieri, totamque suam expolationem ab uno instrumento acquirere potest. Quod si ita est, ostendite nobis vas aliud, quod e corde sanguinem absolute perfectum educat, atque ipsum ut arteria spiritum, in totum corpus dispenset.* Ecce opinionem rationabilem non approbasse, & reliquisse Galenum, quia (praeterquam quod viam transitus non videbat) vas reperire non poterat, quod in totum corpus e Corde sanguinem dispenset.

Galen.de
placitis
Hippoc.
& Plat.6.

Si quis vero ibidem pro Erasistrato, vel pro illa, & nunc nostra opi-

nione (ipsius confessione Galeni) alias rationi consentanea instaret, & arteriam magnam sanguinem e corde in universum corpus dispensantem digito commonstrasset; Quid divinus ille vir ingeniosissimus & doctissimus responderet, miror. Si arteriam spiritus dispensare & non sanguinem diceret: profecto Erasistratum refelleret satis (qui in arteriis spiritus duntaxat contineri arbitrabatur) sed sibi ipsi contradiceret interea & id esse turpiter negaret, quod

15 conspexissent **K**, **L**: conspexisset **F**, 27 Galenum, quia (praeterquam **L**: Galenum (quia praeterquam **F**. Anm.: post Galeni **F**

libro proprio acriter esse contendit, contra eundem Erasistratum: & multis, & validis argumentis comprobatur, & experimentis demonstrat, quod sanguis contineatur in arteriis natura, & non spiritus.

Si vero divinus vir (uti facit eodem loco saepius) concederet, omnes arterias corporis a magna arteria oriri, & hanc a corde: quin etiam in ipsis omnibus sanguinem natura contineri, & deferri, & valvulas illas tres sigmoides orificio aortae positas, regressum sanguinis in cor prohibere professus, & quod has Natura nequaquam praestantissimo visceri constituisset, nisi maximum aliquod ministerium illae fuissent exhibiturae. Si (inquam) haec omnia, & his ipsissimis verbis concederet Pater Medicorum, (uti facit recitato libro).

Quomodo negare possit arteriam magnam istiusmodi vas esse quod Sanguinem (iam absolutam suam perfectionem adeptum) e corde in universum corpus dispenset, non video. An adhuc forsitan haesitaret, ut omnes in hunc usque diem post ipsum, quod propter contextum, ut dixi cordis cum pulmone, non videat vias, per quas sanguis e venis in arterias transferri possit.

Quod dubium etiam anatomicos (dum semper in dissectionibus inveniunt arteriam venosam, & sinistrum ventriculum cordis repletum sanguine, eoque crasso, grumescente, atro) non medocriter perturbat cum sanguinem e dextro ventriculo in sinistrum per septum cordis transudare coacti sint affirmare. Sed hanc viam antea refutavi: iam id eo via paranda est, & aperienda, qua inventa, nunc nulla esset difficultas, quae quempiam (credo) inhiberet, quo minus quae ante proposui (de pulsu cordis, & arteriarum, de transfusione sanguinis e venis in arterias, & de dispensatione in universum corpus per arterias) concedere, & agnoscere facile possit.

Caput VI.

Quibus viis sanguis, e vena Cava in arterias, vel e dextro ventriculo cordis in sinistrum deferatur.

Cum errandi occasionem praeuisse probabile sit, quam in homine vident (ut dixi) cordis cum pulmone connexionem: In hoc peccant, qui dum de partibus animalium (uti vulgo omnes Anatomici faciunt) pronunciare, & demonstrare, aut cognoscere volunt, unum tantum hominem, eumque mortuum introspiciunt, & sic tanquam qui

1 Erasistratum **K, L**: Eristratum **F**, 7 has **K, L**: haec **F**, 9 illae **F, L**: om. **K**, 10-11 libro). Quomodo: **F**, libro), quomodo **L**. Anm.: A Quomodo novam paragraphum incipit **F**

una reipub. forma perspecta disciplinam politicam componere, aut unius agri naturam cognoscentes, agriculturam se scire opinantur: Nihil plus agunt, quam si ex una particulari propositione, de universali Syllogizare darent operam.

Verumtamen, si in dissectione animalium aequè versati essent, ac in humani cadaveris anatome exercitati: Res haec in dubio, quae omnes perplexos retinet, palam absque omni difficultate mea sententia elucesceret.

In piscibus, in quibus unus tantum ventriculus cordis (ut non habentibus pulmones) res primum satis manifesta est, vesicam enim sanguinis in basi Cordis positam, auriculae nimirum analogon, sanguinem in cor immitere, quem cor denuo per fistulam sive arteriam, vel arteriae analogon, aperte transmittere, tum visu, tum secta arteria (exinde sanguine singula pulsatione cordis prosiliente) oculis palam confirmari posse constat.

Idem etiam deinde in omnibus animalibus, in quibus unus duntaxat ventriculus, vel quasi unus, non difficile est cernere, ut in bufone, rana, serpentibus, lacertis, quae etsi pulmones aliquo modo habere dicuntur, ut quae vocem habent (de quorum pulmonum artificio admirando, & de caeteris eiusmodi, permultas apud me observationes habeo quae non sunt huius loci) tamen ex autopsia eodem modo in illis e venis in arterias sanguinem pulsu cordis traductum esse palam est, & via patens aperta, manifesta, nulla difficultas, nullus haesitandi locus: In his enim perinde se res habet atque in homine, si septum cordis perforatum, aut ademptum esset, aut unus ex utrisque fieret ventriculus, quo facto, nemo credo dubitasset, qua via sanguis e venis in arterias transire potuisset.

Cum vero maior numerus animalium non habentium pulmones sit, quam habentium, & similiter maior numerus sit, unum tantum ven-

triculum cordis, quam habentium duos, proclive est statuere in animalibus ἐπὶ τὸ πολὺ ut plurimum, & in universum, sanguinem aperta via e venis in arterias per cordis sinum transmitti.

Consideravi autem mecum, quod etiam in embryonum eorum quae pulmones habent, idem apertissime constat.

In foetu vasa cordis quatuor (videlicet vena cava, vena arteriosa, arteria venalis, & Aorta, sive arteria magna) alio modo uniuntur, quam in adulto, quod omnes Anatomici norunt satis.

Primus contactus, & unio venae cavae cum arteria venosa (quae fit priusquam cava in dextrum ventriculum cordis se aperiat, aut venam coronalem emittat, paululum supra egressum ab hepate) Anastomosis lateralem exhibet, hoc est, foramen amplum patens, ovali figura pertusum e cava in arteriam illam pervium, ita ut (tanquam per unum vas) per illud foramen sanguis de vena cava in arteriam venosam, & auriculam cordis sinistram usque in ventriculum sinistrum liberrime, & copiosissime dimanare possit. Insuper in illo foramine ovali e regione, quae arteriam venosam respicit, operculi instar membrana tenuis dura est, foramine maior, quae postea in adultis, operiens hoc foramen, & coalescens undique istud foramen omnino obstruit, & prope obliterat. Haec inquam membrana sic constituta est, ut dum laxa in se concidit, facile ad pulmones, & cor via resupinetur, & sanguini e cava affluentem cedat quidem, at ne rursus in cavam refluat, impediatur, ut liceat existimare in embryone sanguinem continuo debere per hoc foramen transire de vena cava in arteriam venosam, & inde in auriculam sinistram cordis, postquam ingressus fuerit, remeare nunquam posse.

Altera unio est venae arteriosae (quae fit postquam vena illa, e dextro ventriculo egressa in duos dividitur ramos) est tanquam duobus ductis, tertius truncus, & quasi canalis arteriosus; ab hinc in arteriam magnam oblique ductus, & perforatus: ut in dissectione Embryonum quasi duae aortae, vel radices arteriae magnae e corde exorientes duae appareant.

Canalis hic in adultis similiter sensim attenuatur, tabescit, & penitus tandem ut vena umbilicalis exiccatur, & aboletur.

Iste canalis arteriosus nullam membranam in se habet, sanguinis motum hinc, vel illinc impediens. Sunt enim in orificio illius venae arteriosae (cuius iste canalis, uti dixi, propago est) valvulae sigmoides tres quae intus foras spectant, & sanguini e dextro ventriculo

lo hac via in magnam arteriam fluenti cedunt facile, remeare vero contra ab arteria quidquam, aut a pulmonibus in dextrum ventriculum ad amussim clausum omnino impediunt. Ut hic etiam arbitrari consentaneum sit in Embryone, dum cor sese contrahit continuo sanguinem e dextro ventriculo hac via in arteriam magnam invehit.

Quod vulgo dicitur, has duas uniones tam magnas, patentes, &

3 Anastomosin **K**: Anastomosim **F, L**

apertas, nutriendorum pulmonum causa, factas fuisse tantum: & in adultis (cum iam pulmones propter ipsorum calorem, & motum copiosius nutrimentum desiderarent) aboleri, & consolidari; Commentum improbable est, & male cohaerens. Et similiter quod dicunt cor in embryone feriari, & nihil agere, nec movere, unde Natura hos transitus facere, alendorum pulmonum causa coacta erat, falsum est: cum in ovo cui gallina incubuit, & in Embryonibus recenter ex utero extractis autopsia patet, tum cor movere sicut in adultis tum naturam nulla tali necessitate urgeri: Cui motui non solum hi oculi saepe testes, sed & Aristoteles attestatur ipse: *Pulsus* (inquit) *per initia statim in constitutione cordis emergit, & quod in sectione vivorum, & pulli formatione ex ovo deprehenditur.* Quin & observamus has vias (tam in hominum genere, quam in caeteris animalibus) non solum apertas, & patentes esse usque ad tempus partus (ut annotarunt Anatomici) sed etiam per multos post menses, imo in aliquibus per aliquot annos, ne dicam toto vitae curriculo, veluti in ansere, beccagine, & avibus plurimis, & animalibus praesertim in minoribus. Quae res imposuit forsitan Botallo se novum transitum sanguini de vena cava in sinistrum ventriculum cordis invenisse, & fateor, me quoque cum in mure maiori iam adulto hoc primum ipse reperi, tale quid statim existimasse.

Lib.spir.

Ex quibus intelligitur in Embryone humano, quin, & in aliis, in quibus istae uniones non abolentur, idem ipsum accidere, ut cor suo motu, per patentissimas vias sanguinem de vena cava in arteriam magnam apertissime traducat, per utriusque ventriculi ductum. Dexter siquidem sanguinem ab auricula recipiens, inde per venam arteriosam, & propaginem suam (canalem arteriosam dictam) in magnam arteriam propellit. Sinister similiter eodem tempore mediante auriculae motu recipit sanguinem (in illam sinistram auriculam deductum scilicet per foramen ovale e vena cava) & tentione sua, & constrictione per radicem aortae in magnam itidem arteriam simul impellit.

Ita in Embryonibus dum interea pulmones otiantur, & nullam actionem aut motum habent, quasi nulli forent, natura duobus ventriculis cordis quasi uno utitur, ad sanguinem transmittendum. Et similis est conditio Embryonum pulmones habentium, dum adhuc pulmonibus non utuntur, ac est eorum animalium, qui pulmones non habent.

7 exectis **K**: erectis **F**, exsectis **L**, 16 beccagine **K**: buccagine **F**, **L**

Itaque tam clare in his etiam elucescit veritas, quod cor suo pulsu sanguinem e vena cava in arteriam magnam traducat, & transfundat, perque tam patentes, & apertas vias, ac si in homine, quod dixi ambo ventriculi (eorum septo adempto) ad invicem pervii essent facti. Cum itaque maiori ex parte animalibus, & omnibus quodam tempore, patentissimae istae extent viae, quae transmissioni sanguinis per cor inseruiunt: restat ut illud perquiramus. Aut cur in quibusdam animalibus (ut in homine) iisque calidioribus, & adultis per pulmonum substantiam illud fieri non existimemus, quod in embryone natura per eas vias illo tempore quo pulmonum nullus erat usus antea effecit, quas ob defectum transitus per pulmones coacta videbatur facere. Aut, cur melius sit (natura enim semper quod est melius facit) in adolescentibus sanguinis transitui naturam omnino occlusisse, vias patentes illas, quibus ante in embryone & foetu via fuerat, & omnibus aliis animalibus utitur, nec alias ullas pro illo sanguinis transitu aperuisse, sed sic omnino impedire.

Ita iam eo res cessit, ut iis qui in homine quaerunt vias, quomodo sanguis e vena cava in sinistrum ventriculum, & arteriam venosam permeat, magis operae pretium esset, & recte magis factum videretur, si ex dissectione animalium veritatem investigare vellent, ut causam inquirerant, cur in maioribus, & perfectioribus animalibus, iisque adultis natura sanguinem translocari per pulmonum Parenchyma potius vellet, quam ut in caeteris omnibus per patentissimas vias (cum nullam aliam viam, & transitum excogitare posse intelligerent): sive hoc sit quod maiora, & perfectiora animalia sint calidiora, & cum sint adulta, eorum calor magis (ut ita dicam) igniatur & ut suffocetur sit proclivis: Ideo tranare, & traici per pulmones, ut inspirato aere contemperetur, & ab ebullitione, & suffocatione vindicetur, sive quid aliud tale. Sed haec determinare, & rationem omnem reddere, nihil aliud agere est, quam propter quid pulmones facti sunt, speculari. Atque de his horumque usu, & motu, & de eventatione omni, & aeris necessitate, & usu, & caeteris huiusmodi: Et de variis organis, & differentibus huius causa in a-

nimalibus factis: tametsi multa quam plurimis observationibus a me deprehensa sint: Tamen, ne nimium a proposito de motu, & usu cordis hoc loco aberrando, aliud agere, & stationem relinquere, rem interturbare, & subterfugere videar, haec proprio tractatu convenientius exponenda relinquam. Et quae restant ut ad propositum scopum revertar confirmare pergam.

24 intelligerent:) **K**, intelligerent, **F**

In perfectioribus nimirum & calidioribus animalibus, iisque adultis (ut in homine) sanguinem de dextro ventriculo cordis per venam arteriosam in pulmones, & inde per arteriam venosam in sinistram auriculam, & subinde in ventriculum cordis sinistrum permeare contendo: Et primum posse hoc fieri, deinde ita factum esse.

Caput VII.

Sanguinem de dextero ventriculo cordis per pulmonum parenchyma permeare in arteriam venosam, & sinistrum ventriculum.

Fieri autem hoc posse, & nihil esse, quo minus fiat, satis constat, cum & quomodo aqua per terrae substantiam permeans, rivulos, & fontes procreet, consideremus, aut quomodo per cutem sudores: per parenchyma renum, urina fluat, speculamur. Animadvertendum est in iis, qui Aquis Spadensibus utuntur: vel de la Madonna (ut aiunt) in agro Patavino, vel aliis acidulis, aut vitriolatis, vel qui ad congios ingurgitant potum, ut una et altera hora per vesicam emingant totum. Debet ista copia aliquantulum in concoctione immorari: debet per iecur (ut singulis diebus bis ingesti alimenti succum omnes confitentur facere) debet per venas, per renum parenchyma, per ureteres in vesicam profluere.

Quos itaque audio negantes posse sanguinem, imo totam massam sanguineam, per pulmonum substantiam, aequae ac succus alimentalis per iecur permeare, tanquam impossibile, & nullo modo credibile existimandum? Quod genus hominum (cum Poeta loquor) ubi volunt: concedunt facile posse: ubi nolunt nullo modo: hic ubi opus est verentur, ubi nihil opus, ibi non verentur affirmare.

Iecoris Parenchyma densius multo est, & similiter renum: pulmonum rarioris multo texturae. Et si renibus, & iecuri conferatur spongiosae.

In iecure nullum impellens, nulla vis cogens; in pulmone ex pulsu dextri ventriculi cordis impingitur sanguis, cuius impulsu distendi vasa, & porositates pulmonum necesse est. Praeterea pulmones in respirando elevantur, & concidunt, quo motu necesse est, ut porositates, & vasa aperiantur, & claudantur, ut in spongiis contingit, & in omni-

Gal.de usu
part.

19 ureteres **K, L**: uretres **F**, 26 nihil **K, L**: nihilo **F**

bus particulis habentibus constitutionem spongiosam, quando constringuntur, & rursus dilatantur. Contra iecur quiescit, nec ita dilatari, & constringi visum est.

Denique si per iecur totum ingestorum succum in venam cavam, tam in homine, quam in bove, vel in maximis animalibus, nemo est, qui non asserit pertransire posse. Et hoc, eo quod pertransiisse aliqua nutrimentum, & permeasse in venas sit necesse (si fiat nutritio) et nulla alia extet via, ac proinde hoc affirmare coacti sunt: Cur non iisdem argumentis de transitu sanguinis in adultis his; per pulmones fidem similem habent, & cum Columbo peritissimo, doctissimoque Anatomico, idem affererent, & crederent, ex amplitudine, & fabrica vasorum pulmonum, & eo, quod arteria venosa, & similiter ventriculus, repleti sint semper sanguine, quem e venis huc venisse necesse est, & nulla alia, quam per pulmones semita, ut & ille, & nos ex ante dictis, & autopsia, aliisque argumentis palam esse existimemus.

Sed quando aliqui sunt, qui nil nisi adductis autoritatibus admittunt; iidem ex ipsius etiam Galeni verbis hanc veritatem confirmari posse sciant; scilicet non solum posse sanguinem, e vena arteriosa in arteriam venosam, & inde in sinistrum ventriculum cordis, & postea in arterias transmitti: sed ex continuo pulsu cordis, & pulmonum motu inter respirandum, hoc fieri.

Sunt in orificio venae arteriosae, valvulae tres sigmoides, sive semilunares, quae omnino sanguinem in illam venam arteriosam immissum non sinunt remeare in cor.

Id omnes norunt scilicet harum valvularum necessitatem & usum, Galenus his verbis explicans, *In toto est (inquit) mutua Anastomosis, atque oscillorum apertio arteriis simul cum venis, transumuntque ex sese pariter sanguinem, & spiritum per invisibiles quasdam atque angustas plane vias.*

Quod si os ipsum venae arteriosae itidem semper patuisset, nullamque natura invenisset machinam, quae claudere ipsum cum est tempestivum, ac rursus aperire queat. Fieri nunquam potuisset, ut per invisibilia, atque exigua oscilla, sanguis (contracto thorace) in arterias transumeretur: Neque enim similiter omnis ex quovis attrahitur, neque emittitur. Sed quemadmodum quod leve est facilius eo quod gravius dilatatis instrumentis attrahitur, iisdem autem contractis exprimitur: Ita & per latam viam celerius aliquid quam per angustam trahitur, ac rursus emittitur. Cum autem thorax contrahitur, pul-

6 Et hoc, eo quod **F**: nemo sit qui non asserat; praeterea quod **L**, 8 sunt **K**, sint **F**, **L**, 32 oscilla **K**, ossilla **F**, oscula **L**

sae atque intro compressae undique fortiter, quae in pulmone sunt venosae arteriae, exprimunt quidem quam celerrime, qui in seipsis est; spiritus; transumunt autem per subtilia illa oscilla sanguinis portionem aliquam, quod nunquam accidisset profecto, si sanguis per maximum os (cuiusmodo est venae arteriosae) ad cor retro remeare potuisset: Nunc vero reditu per os magnum intercluso, dum comprimitur undique, destillat quidpiam in arterias per exigua illa orificia: & paulo post sequente Capitulo. Quanto thorax contendit vehementius sanguinem elidens, tanto membranae, (videlicet valvulae sigmoides) exactius os ipsum occludunt: & nihil remeare sinunt: quod & eodem Capitulo decimo paulo ante. Nisi valvulae essent, triplex sequeretur incommodum, ut sanguis ipse frustra longum hoc curriculum subinde emetiatur. In Diastolis quidem pulmonis adfluens, & quae in ipso sunt, venas omnes refarciens, in Systolis vero, quasi aestus quidam maritimus, instar Euripi motum identidem, huc atque illuc reciprocum, qui haudquaquam sanguini conveniat. At hoc videri possit exiguum. Quod vero interim ipsius quoque respirationis utilitatem labefactet, id non amplius pro parvo est habendum, &c. Et paulo post: Atque etiam tertium secutum fuisset incommodum, haudquaquam contemnendum, cum sanguis retro in expirationibus remigrasset, nisi opifex noster membranarum Epiphysin fuisset fabricatus, unde concludit Cap. undecimo. Communis autem ipsorum omnium, videlicet valvularum est usus, ut materias retro remigrare prohibeant, utrarumque vero proprius, educentium quidem e corde materias, ne amplius ad ipsum remeent, inducentium vero, ne amplius ex ipso effluant: Non enim volebat natura vano labore cor fatigari, neque in eam partem aliquando emittere, unde trahere praestiterat, neque rursus ex illa identidem ducere, ad quam mittere erat necesse. Proinde cum sint quatuor omnino orificiae, bina in utroque ventriculo, alterum quidem inducit, alterum vero educit.

Et paulo post: *Porro cum vas alterum quod tunica simplici constat in cor infigatur, alterum quod duplice ex ipso producatum communem utrique locum, [videlicet ventriculum dextrum: Ita Galenus intelligit, & ego eadem ratione similiter sinistrum ventriculum cordis] quasi lacunam quandam parari necesse fuit, ad quam pertinentibus utrisque per alterum quidem trahatur*

sanguis per reliquum vero emittatur.

Quod argumentum Galenus pro transitu sanguinis per dextrum ventriculum de vena cava in pulmones adducit, eodem nobis, rectius pro transitu sanguinis de venis per cor in arterias mutatis tantum terminis uti liceat. Ex Galeni igitur viri divini patris

4 arteriosae) ad cor L: arteriosae ad cor) **F**

Vide Hofmanni doctissimi Commentarium supra Galeni lib.6.de usu part. Quem librum postquam haec a me scripta essent vidi.

Medicorum locis & verbis clare apparet, & sanguinem per pulmones de vena arteriosa, in arteriae venosae ramulos permeare, tum propter pulsum cordis, tum propter pulmonum & thoracis motum. Quin etiam quod cor continue in ventriculos quasi lacunam, recipere & emittere sanguinem, & huius rei causa valvularum genera quatuor, duo inductioni, emissioni sanguinis duo inservire; ne aut sanguis Euripi in morem inconvenienter agitetur, huc, illuc, aut retro remearet, unde trahere praestiterat, & ex illa reflueret parte, ad quam mittere erat necesse. Et sic cor vano labore fatigaretur, & pulmonum respiratio praepediretur. Denique clare apparet assertio nostra, continue, & continenter sanguinem per pulmonum porositates permeare de dextro in ventriculum sinistrum, de vena cava in arteriam magnam: Nam cum continuo de dextro ventriculo immitatur sanguis in pulmones per venam arteriosam, & similiter continue e pulmonibus in sinistrum atrahitur (quod ex dictis, & valvularum positione patet) quin pertranseat continue fieri not potest.

Et itidem cum semper & continue ingrediatur sanguis in cordis ventriculum dextrum, & egrediatur continue e sinistro (quod similiter, & ratione, & sensu patet) quin continuo pertranseat sanguis de vena cava in Aortam impossibile est.

Illud igitur quod in animalibus maiori ex parte, & plane omnibus donec adolecant, per patentissimas fieri vias, ex dissectione manifestum est, in adultis his per pulmonum caecas porositates, & vasorum eius oscilla, tam ex Galeni verbis, quam ex ante dictis illud inquam fieri aequè manifestum est. Unde apparet quod quanquam unus ventriculus cordis videlicet sinister sufficiens esset sanguinis dispensationi per corpus, & eductioni e vena cava, quemadmodum etiam fit in omnibus quae pulmonibus carent, natura tamen cum voluerit sanguinem ipsum per pulmones translocari, dextrum ventriculum superaddere coacta fuit, cuius pulsu per ipsos pulmones e vena cava in sinistri ventriculi locum sanguis compelleretur. Et hoc modo dextrum ventriculum

pulmonum causa, & ob translationem sanguinis, non ob nutritionem duntaxat dicendum: Quandoquidem tanto proventu annonae, atque cum pulsu subministrato, & tanto puriori, & spirituosiori (utpote immediate a ventriculis cordis subvecto) indigere alimento pulmones magis, quam aut cerebri purissima substantia, aut oculorum splendidissima, & divina constitutio, aut ipsius cordis caro, (quae rectius per arteriam coronalem nutritur) inconueniens omnino est existimare.

29 cum pulsu **K**: compulsu **F, L**

Caput VIII.

De copia sanguinis transeuntis per cor e venis in arterias, & de circulari motu sanguinis.

Huc usque de transfusione sanguinis e venis in arterias, & de viis, per quas pertranseat, & quomodo ex pulsu cordis, transmittatur dispenseturque: de quibus, forsitan sunt aliqui, qui, antea aut Galeni auctoritate, aut Columbi, aliorumve rationibus adductis, assentiri se dicant mihi; nunc vero, de copia & proventu istius pertranseuntis sanguinis, quae restant, (licet valde digna consideratu) cum dixero; adeo nova sunt, & inaudita, ut non solum ex invidia quorundam, metuam malum mihi, sed verear, ne habeam inimicos omnes homines; tantum consuetudo, aut semel imbibita doctrina, altisque defixa radicibus, quasi altera natura, apud omnes valet, & antiquitatis venerandae suspicio cogit. Utcumque iam iacta est alea, spes mea in amore veritatis, & doctorum animorum candore: Sane cum copia quanta fuerat, tam ex vivorum, experimenti causa, dissectione, & arteriarum apertione, disquisitione multimoda; tum ex ventriculorum cordis, & vasorum ingredientium, & egredientium Symmetria, & magnitudine, (cum natura nihil faciens frustra, tantam magnitudinem, proportionabiliter his vasibus frustra non tribuerit) tum ex concinno & diligenti valvularum & fibrarum artificio, reliquaue cordis fabrica, tum ex aliis multis saepius mecum & serio considerassem, & animo diutius evolvissem: quanta scilicet esset copia transmissi sanguinis, quam brevi tempore ea transmissio fieret, nec suppeditare ingesti alimenti succum potuisse animadverterim: quin venas inanitas, ominino exhaustas, & arterias, ex altera parte, nimia sanguinis intrusionem, disruptas, haberemus, nisi sanguis aliquo ex arteriis denuo in venas remearet, & ad cordis dextrum ventriculum redeiret.

Coepi egomet mecum cogitare, an motionem quandam quasi in circulo haberet, quam postea veram esse reperi, & sanguinem e corde per arterias in habitum corporis, & omnes partes protrudi, & impelli, a sinistri cordis ventriculi pulsu, quemadmodum in pulmones per ve-

nam arteriosam dextri; & rursus per venas in venam cavam, & us-
que ad auriculam dextram remeare, quemadmodum ex pulmonibus

5-6 transmittatur dispensaturque **K, L**: transmittat? dispensat? **F**, 11 ; **K**: om. **F**, 13 venerandae:
veneranda **F, K, L**, 24 animadverterim; quin **F**: animadverti tandem, **L**, 33 dextri **K**: a dextris **F**, a dextri
L, 34 remeare **K, L**: remeari **F**

per arteriam dictam venosam, ad sinistrum ventriculum ut antedictum est.

Quem motum circulem, eo pacto nominare liceat, quo Aristoteles aerem & pluviam circulem superiorum motum aemulari dixit. Terra enim madida a sole calefacta evaporat, vapores sursum elati condensantur, condensati in pluvias rursus descendunt, terram madefaciunt & hoc pacto fiunt hic generationes, & similiter tempestatum & meteororum ortus, a solis circulari motu, accessu, & recessu.

Sic verisimiliter contingat in corpore, motu sanguinis, partes omnes sanguine calidiori perfecto, vaporoso, spirituoso, (& ut ita dicam) alimentativo, nutriri, fovendi, vegetari: Contra in partibus sanguinem refrigerari, coagulari, & quasi effaetum reddi, unde ad principium, videlicet, Cor; tanquam ad fontem sive ad lares corporis, perfectionis recuperandae causa, revertitur: ibi calore naturali, potenti, fervido, tanquam vitae thesauro, denuo colliquatur, spiritibus, & (ut ita dicam) balsamo praegnans, inde rursus dispensatur, & haec omnia a motu & pulsu cordis dependere.

Ita cor principium vitae & sol Microcosmi (ut proportionabiliter sol Cor mundi appellari meretur) cuius virtute, & pulsu sanguis movetur, perficitur, vegetatur, & a corruptione, & grumefactione vindicatur: suumque officium nutriendo, fovendo, vegetando, toti corpori praestat Lar iste familiaris, fundamentum vitae, author omnium; sed de his convenientius, cum de huiusmodi motus causa finali speculabimur.

Hinc cum venae sint viae quaedam, & vasa deferentia sanguinem; duplex est genus ipsarum, cava, & Aorta, non ratione lateris (ut Aristoteles) sed officio; & non (ut vulgo) constitutione (cum in multis animalibus (ut dixi) in tunicae crassitie, vena ab arteriis non differat) sed munere & usu distincta, vena & arteria ambae a veteribus venae non imme-

rito dictae (ut Galenus annotavit) eo quod haec, videlicet arteria, vas est
differens sanguinem, e corde in habitum corporis; illa sanguinem ab
habitu rursus in cor; haec, via a corde, ad cor usque, illa; illa continet
sanguinem crudiolem, effoetum nutritioni iam redditum
inidoneum, haec coctum, perfectum,
alimentivum.

4 aemulari dixit **L**: aemulatus est **F**, aemulari est **K**, 5 condensantur **K**, **L**: condensant **F**, 12 effaetum **K**:
effatum **F**, effoetum **L**, 18-19 (...) **F**, **L**: del. **K**

Caput IX.

Esse sanguinis circuitum ex primo supposito confirmato.

Sed ne verba dare nos dicat quispiam, & assertiones speciosas tantum facere sine fundamento, & non iusta de causa innovare: tria confirmanda veniunt, quibus positis, necessario hanc sequi veritatem, & rem palam esse arbitror.

Primum continue & continenter, sanguinem e vena cava in arterias, in tanta copia, transmitti, pulsu cordis, ut ab assumptis suppeditari non possit, & adeo ut tota massa brevi tempore illinc pertranseat.

Secundum continue aequabiliter & continenter sanguinem in quocunque membrum & partem pulsu arteriarum impelli, & ingredi, maiori copia multo, quam nutritioni sufficiens sit, vel tota massa suppeditari possit.

Et similiter tertio ab unoquoque membro, ipsas venas, hunc sanguinem perpetuo retroducere ad cordis locum.

His positis sanguinem circumire, revolvi, propelli & remeare, a corde in extremitates, & inde in cor rursus, & sic quasi circularem motum peragere, manifestum puto fore.

Supponamus (vel cogitatione, vel experimento) quantum sanguinis, sinister ventriculus in dilatatione (quum repletus sit) contineat sive ξ_{ij} , sive ξ_{iij} , sive $\xi_{j\zeta}$. Ego in mortuo reperi ultra ξ_{ij} .

Supponamus similiter, quanto minus in ipsa contractione, vel quantum sese contrahat cor, & quanto minorem ventriculus capacitatem habeat in ipsa contractione, vel ipsis contractionibus, quantum sanguinis in arteriam magnam protrudat: (protrudere enim aliquid semper & ante demonstrandum est cap.3 & omnes in Systole fatentur, ex fabrica

valvularum persuasi) & verisimili coniectura ponere liceat, in arteriam immitti partem vel quartam vel quintam vel sextam, & minimum octavam.

Ita in homine, protrudi singulis cordis pulsibus supponamus unciam semis, vel drachmas tres vel drachmam unam sanguinis, quae propter impedimentum valvularum in cor remeare non potest.

Cor una semihora plusquam mille pulsus facit imo in aliquibus, & aliquando bis, ter, vel quater mille. Iam multiplicatis drachmis,

videbis una semihora aut millies drachmas tres, vel drachmas duas, vel uncias quinquies centum, aut talem aliquam proportionatam quantitatem sanguinis, per cor in arterias transfusam, maiori semper copia quam in universo corpore contingat reperiri. Similiter in ove, aut cane pertransit esto ad scrupulum unum, in una cordis contractione, tum una semihora mille scrupulos vel circa libras tres & semis sanguinis, in quo corpore plerumque non continetur plus quatuor libris sanguinis, hoc in ove expertus sum.

Ita pene, supputatione facta secundum quod nimirum coniectare possimus transmissi sanguinis, & enumeratis pulsationibus, videatur omnem massae quantitatem sanguineae pertransire de venis in arterias per cor, & similiter per pulmones.

Sed esto, quod non una semihora, sed una hora, vel una die, utcumque manifestum facit plus sanguinis per cor eius pulsu transmitti continue, quam vel ingestum alimentum possit suppeditare, vel in venis simul contineri.

Nec est dicendum, quod cor in sua contractione aliquando protrudat, aliquando non, vel quasi nihil, & imaginarium quid. Hoc enim ante confirmatum est & praeterea sensui contrarium est & rationi. Si enim dilatato corde repleti necesse ventriculos sanguine, contracto necesse protrudere semper & non parum, cum & ductus non parvi & contractio non pauca sit: in quavis proportione: videlicet subtripla, subsextupla, vel suboctupla: similiter proportio sanguinis exclusa, debet esse ad ante contentum, & in dilatatione replentem; uti se habet capacitas contracti ventriculi ad illam, quae est dilatati. Et cum in dilatatione non contingit repleti nihilo, vel imaginario. Ita in contractione nunquam nihil, vel imaginarium expellit, sed semper aliquid secundum proportionem contractionis. Quare concludendum, si uno pulsu in homine, vel ove, vel bove, cor emittit drachmam unam, & mille sunt pulsus in una semihora, contingit eodem tempore, libras decem & un-

cias quinque transmissas esse. Si uno pulsu drachmas duas lib. 20, & ξ. 10. Si semiunciam lib. 41. & ξ. 8. Si unciam lib. 83. ξ. 4. contingit in una semihora tranfusas (inquam) esse de venis in arterias.

Sed quantum in unoquoque protrudatur singulis pulsationibus, & quando plus, & quando minus, & qua de causa, accuratius post haec ex multis observationibus a me forsā palam fiet.

Interim hoc scio, & omnes admonitos velim, quod aliquando ube-

5 ad **K**: om. **F, L**, 9 nimirum **L**: minimum **K**, nimium **F**, 22 proportione: videlicet **K**: proportione videlicet: **F**, 23 suboctupla: similiter **K**: suboctupla similiter **F**, exclusa **K**: exclusi **F, L**, 24 contentum **F**: contentam **K**, 33 venis **K, L**: urnis **F**, arterias **K, L** arteriis **F**

riori copia pertransit sanguis, aliquando minore, & sanguinis circuitus quandoque citius, quandoque tardius peragitur, secundum temperamentum, aetatem, causas externas & internas, & res naturales, & non naturales, somnum, quietem, victum, exercitia, animi pathemata, & similia.

Verum enimvero cum per pulmones & cor, vel minima copia transeat sanguis, longe uberiori proventu in arterias, & totum corpus diducitur quam ab alimentorum ingestione suppeditari possibile sit, aut omnino, nisi regressu per circuitum facto.

Hoc etiam palam sit sensu, vivorum dissectionem intuentibus, non solum aperta magna arteria, sed (quod confirmat Galen. in ipso homine) si quaevis vel minima arteria dissecta fuerit, unius pene semihorae spatio totam sanguinis massam, e toto corpore, tam venis quam arteriis exhaustam fore.

Similiter laniones, omnibus hoc satis attestari possunt quando rescissis arteriis iugularibus, in mactando bove; unius horae quadrante minus, totam sanguinis massam exhauriunt, & vasa omnia inanita reddunt: in membrorum excisione & tumorum; ex larga sanguinis profusione, itidem comperimus aliquando brevi contingere.

Nec perstringit huius argumenti vim, quod per venas effluere in iugulatione, & in membrorum excisione, aequae, si non magis quam per arterias dicat quispiam, cum contra se res habet: venae enim quia subsidunt, quia in ipsis nulla vis cogens foras sanguinem, & quia impedimento valvularum positio est (ut postea patebit) parum admodum reddunt: arteriae vero impetu impulsam sanguinem foras, largius, impetuosius, tanquam cum Syphone eiectum profundunt: sed experiunda res est, omissa vena & incisa iugulari in ove, vel cane; & quanto impetu, quanta protrusione, quam cito omnem sanguinem e toto corpore, tam venis, quam arteriis contingit inaniri admirabile videbitur. Arterias

autem nullibi sanguinem e venis recipere, nisi transmissione facta per cor ex ante dictis patet; sed ligando Aortam ad radicem cordis, & aperiendo iugularem, vel aliam arteriam si solum arterias inanita, & venas repletas conspexeris, non contingit dubitare.

Hinc causam aperte videbis, cur in Anatome, tantum sanguinis reperiatur in venis, parum vero in arteriis, cur multum in dextro ventriculo, parum in sinistro (quae res antiquis dubitandi occasionem forsitan praebuit, & existimandi, spiritus solos in illis concavitatibus contineri

13 e toto **K, L**: & toto **F**, 15 laniones **K**: Laniones **L**, Lani oves **F**, 18 : **K, L**: om. **F**, excisione **K, L**: excissione **F**, 27 iugulari **F**: iugulari arteria **L**, 29 inaniri **L**: inanire **F**

dum vita superstes animal fuerat) causa forsitan est quod de venis in arterias nullibi datur transitus, nisi per cor ipsum, & per pulmones. Cum autem expiraverint, & pulmones moveri desinant, de venae arteriosae ramulis, in arteriam venosam, & inde in sinistrum ventriculum cordis sanguis permeare prohibetur (ut in Embryone ante notatum est, prohibitum fuisse ob defectum motus pulmonum, oscilla & porositates coecas, & invisibiles aperientium claudentium) cum vero una cum pulmonibus cor non desinat moveri, sed postea pulsare: & supervivere pergat: contingit sinistrum ventriculum, & arterias emittere in venas ad habitum corporis sanguinem, & per pulmones non recipere, & proinde quasi inanitas esse.

Sed hoc etiam in rem nostram non parum facit fidei, cum huius nulla alia causa (nisi quam nos ex nostra suppositione afferimus) adduci possit.

Praeterea hinc patet, quo magis, aut vehementius arteriae pulsant, eo citius in omni sanguinis haemorrhagia inanitum iri corpus.

Hinc etiam in omni Lipothymia, omni timore, & huiusmodi, quando cor languidius & infirmius, nullo impetu pulsatur, omnem contingit haemorrhagiam sedari & cohiberi.

Hinc etiam est, quod corpore mortuo, postquam cor cessavit pulsare, non poteris, vel e iugularibus, vel cruralibus venis & arteriis apertis ullo conatu massae sanguineae, ultra partem mediam elicere. Nec lanio, si bovi (postquam eius caput percusserit, & attonitum reddiderit) iugulum prius non secuerit, quam cor pulsare desierit, totum sanguinem exhaurire inde poterit.

Denique hinc de Anastomosi venarum et arteriarum, ubi sit & quomodo sit, & qua de causa, nemo hactenus, super ea, recte quidquam dixisse licet suspicari, ego in illa disquisitione iam sum.

CAPUT X.

*Primum suppositum de copia pertranseuntis sanguinis e venis in
arterias, & esse sanguinis circuitum ab obiectionibus vin-
dicatur, & experimentis ulterius confirmatur.*

Hactenus primum suppositum confirmatum est, sive res ad calcu-
lum revocetur, sive ad experimenta, & autopsiam referatur, vide-

1 arterias **K**, **L**: arteriis **F**

licet: quod sanguis pertranseat in arterias, maiori copia continue, quam ab alimento suppeditari possit, ita ut tota massa brevi spatio il-
lac pertranseunte, necesse sit, ut circuitus fiat, & sanguis re-
grediatur.

Verum si quis hic dicat, quod magna copia possit pertransire & non necesse circuitum fieri, quin ab assumptis resarcire contingat, & exem-
plo esse lactis in mammis proventus: vacca enim una die lactis congios
tres, vel quatuor vel septem, vel amplius reddit, mulier itidem duas, vel
tres heminas alendo infantem, unum vel duos, singulis diebus praebet,
quas ab assumptis restitui manifestum est. Respondendum, quod cor
tantundem, vel amplius, una hora, vel altera, computatione facta, re-
mittere constet.

Sin vero nondum persuasus, instaret, usque dicendo, quod licet dis-
secta arteria, quasi data & aperta via, praeter naturam contingat sangui-
nem cum impetu effundi; non tamen ita contingere integro corpore
& non dato exitu, & arteriis plenis, vel secundum naturam constitutis,
tantam copiam pertransire, tam brevi spatio, adeo, ut regressum fieri sit
necesse. Respondendum, quod ex ante dicta computatione, subducta
ratione, apparet, quantum cor repletum ulterius continet in sua dila-
tatione quam in constrictione, tantundem (maiori ex parte) singulis
pulsationibus emitti, & proinde in tanta copia, pertransire integro cor-
pore, & secundum naturam constituto.

Sed in serpentibus & piscibus quibusdam, ligando venas per aliquod
spatium infra cor, videbis spatium inter ligaturam & cor valde cito ina-
niri, ita ut regredi sanguinem (nisi autopsiam neges) asserere necesse ha-
beas. Posterius etiam idem clare patebit in secundi suppositi confirmatione.

Haec omnia uno exemplo confirmantes, concludamus, quo fidem
oculis propriis adhibere unusquisque possit, si anguem vivum dissecu-
erit, videbit plus quam per integram horam cor placide, distincte, pul-
sare & sese tanquam vermen in constrictione (cum oblongum sit) secun-

dum longitudinem contrahere, propellere; in Systole albidiori colore esse contra in Diastole; & reliqua pene omnia, quibus evidenter hanc veritatem confirmatum iri diximus (hic enim omnia longiora & distinctiora magis sunt) sed hoc peculiariter & luce clarius meridiana experiri licet. Vena cava partem inferiorem cordis subingreditur, exit arteria parte superiori, iam comprehensa, vena cava vel tenaculis, vel digito & pollice, sanguinisque cursu intercepto, per aliquod spatium infra cor videbis

32 & reliqua pene omnia, quibus evidenter hanc veritatem confirmatum iri diximus (hic enim omnia longiora & distinctiora magis sunt) sed hoc peculiariter & luce clarius meridiana experiri licet **F**: & reliqua pene omnia, quibus evidenter (cum hic longiora & distinctiora magis sint) hanc veritatem confirmatum iri diximus. Sed hoc peculiariter & luce clarius meridiana experiri licet: **L**

exinde statim pene inaniri illam partem intra digitos & cor, sanguine exhausto a cordis pulsu, simul cor albidiori multo colore esse, etiam in dilatatione sua, & ob defectum sanguinis minus esse & languidius tandem pulsare, sic ut emori denique videatur. Contra statim soluta vena, color & magnitudo redeunt cordi; postea se relinquo venam, & arterias similiter per aliquam distantiam a corde ligaberis, vel compresseris, videbis contra illas turgere, in parte comprehensa vehementer, & cor ultra modum distendi purpureum colorem contrahere usque ad livorem & tandem opprimi sanguine, sic ut suffocatum iri credas: soluto vero vinculo rursus ad naturalem constitutionem in colore magnitudine pulsu redire.

Ecce iam, duo sunt genera mortis, extinctio ob defectum & suffocatio ob copiam, hic ad oculos utriusque exemplum habere licet, & dictam veritatem autopsia in corde confirmare

CAPUT XI.

Secundum suppositum confirmatur.

Secundum confirmandum a nobis, quo clarius intuentibus appareat, annotanda sunt experimenta quaedam, ex quibus patet sanguinem in quodcumque membrum per arterias ingredi, & per venas remeare, & arterias vasa esse deferentia sanguinem a corde, & venas vasa, & vias esse regrediendi sanguinis ad cor ipsum. Et quod in membris, & extremitatibus, sanguis vel per Anastomosin immediate, vel mediate per carnis porositates, vel utroque modo transire ab arteriis in venas, sicut ante in corde & thorace e venis in arterias: unde in circuitu moveri illinc huc, & hinc, illuc, e centro in extrema scilicet, & ab extremis rursus ad centrum, manifestum fiat.

Postea quin etiam computatione facta similiter, manifestum ibidem erit, de copia, quae neque ab assumptis possit suppeditari, neque ad nutritionem necessario requiratur.

Simul etiam de ligaturis manifestum erit, & quare ligaturae attrahant, & quod neque calore, neque dolore, neque vi vacui, neque ulla ante hac cognita causa & similiter ligaturae quam commoditatem & usum affere possint in medicina, & quomodo haemorrhagiam supprimunt, & provocant, & qua de causa gangrenae & mortificationes mem-

1 exinde **K**: expulsu **F**, a pulsu **L**

brorum inducunt, & sic in castratione animalium quorundam, & tumorum carnosorum & verrucarum exemptione usui sunt.

Enim vero, quod nemo harum omnium causas & rationes recte assecutus sit, hinc factum est, ut omnes fere, ex antiquorum sententia, in morbis curandis, proponant, & consulant, ligaturas, pauci vero, recta earum administratione, curationibus suis aliquid adiuventi afferant.

Ligatura alia stricta est, alia mediocris.

Strictam ligaturam dico, cum ita arcte undique constrictum membrum sit fascia, vel laqueo, ut ultra ipsam ligaturam nullibi arterias pulsare percipiatur, tali utimur in membrorum excisione fluxui sanguinis prospicientes; & tali etiam utuntur in castratione animalium, & tumorum ablatione, qua ligatura affluxu alimenti, & caloris omnino intercepto, tabescere, & emori testiculos, atque ingentes sarcoses, & post ea decidere, videmus.

Mediocre vero dico ligaturam, quae undique membrum comprimit, sed citra dolorem, & sic, ut ultra ligaturam aliquantulum arteriae pulsare sinat, qualis, attractione, & in sanguinis missione usui est, nam licet supra cubitum fiat ligatura, tamen arterias in carpo aliquantulum pulsare tactu percipias, si recte in phlebotomia fiat ligatura.

Iam experimentum fiat in brachio hominis, vel adhibita fascia quali in sanguinis missione utuntur; vel ipsius manus fortiore comprehensione, quod quidem commodius fit in macilento corpore, & cui venae sint ampliores, & quando (calecto corpore) calent extrema, & maior quantitas sanguinis in extremitatibus fuerit, & pulsus vehementiores: omnia enim ibi evidentiora apparebunt.

Facta itaque stricta ligatura quam arcte fieri potest ut quis eum ferat constringendo, observare licet primum, quod ultra ligaturam vi-

delicet versus manum, non pulsabit in carpo vel usquam arteria. Deinde, immediate supra ligaturam incipit arteria, altius suam Diastolem habere, & magis, & altius, & vehementius pulsare, & prope ipsam ligaturam, aestu quasi quodam intumescit, ac si fluxum interceptum, & transitum inhibatum perrumpere, & reserare conaretur: magisque arteria, quam par sit, ibi repleta apparet. Denique manus suum colorem retinebit, & constitutionem, solum tractu temporis refrigerari aliquantulum incipiet, nihil vero attrahitur in eam.

Postquam per aliquod spatium permansit ista ligatura, derepente paululum solvatur in mediocrem, quali ut dixi in sanguinis missione utuntur & observandum

31 aestu quasi **K**: aestu q. **F**, 38 observandum. **F**: observabitur **L**

manum totam statim colorari, & distendi, & eius venas tumidas, & varicosas fieri; & spatio decem vel duodecim pulsationum illius arteriae, multo sanguine impulso, atque impacto refertissimam manum cernes, & ab illa ligatura mediocri, multam copiam sanguinis affatim attractam esse, absque dolore, vel colore vel fuga vacui, vel ulla alia antehac commemorata causa.

Si quis diligenter in ipso illius solutionis momento prope ligaturam digitum ad arteriam iam pulsantem applicaverit, quasi subtus praeterlabentem sanguinem sentiet.

Ipsa porro cuius in brachio fit experimentum, ab ipsa solutione ligaturae strictae in mediocrem, plane calorem, & sanguinem, pulsu ingredientem, quasi semoto obstaculo, illico sentiet, & aliquid secundum ductum arteriarum, tanquam confestim inflatum, & sparsim per manum transmissum, percipiet, & continuo califieri manum & distendi.

Quemadmodum in stricta ligatura, arteriae supra ligaturam distenduntur, & pulsant, non infra: ita haec mediocri contra, venae infra ligaturam turgent, & renitentes fiunt, supra vero nequaquam & arteriae minores. Imo, si venas tumidas compresseris, (nisi valde fortiter) vix supra ligaturam, aut sanguinem diffundi aut venas distendi conspicias.

Ita ex his cuivis diligentius observanti, facile est noscere, sanguinem ingredi per arterias, ipsarum enim stricta ligatura nihil attrahitur, manus colorem servat, nihil influit, neque fit distensio, ipsis vero paululum solutis (ut in mediocri ligatura) vi & impulsu affatim sanguinem intus trudi, manum tumidam fieri manifestum est, ubi ipsae pulsant, scilicet, sanguis profluit, ut mediocri ligatura in manu: ubi vero non, ut in stricta, nequaquam, nisi supra, ligaturam. Cum interim venis compressis, nihil per ipsas influere potest: cuius hoc est signum, quod infra ligaturam tumidiores multo sunt, quam supra, & quam dem-

pta ligatura solent esse, & quod compressae, nihil superioribus suggerunt, ita quod ligatura impediatur regressum sanguinis per venas, ad superiora easque infra ligaturam tumidas faciat permanere, clare patet.

Arteriae vero iusta de causa, non obstante mediocri ligatura, vi & impulsu cordis ab internis corporis partibus foras ultra ligaturam sanguinem trudent, & ista est differentia stricturae ligaturae a mediocri quod illa (stricta ligatura) non solum transitum sanguinis in venis, sed in ar-

16 distenduntur **K, L**: distendantur **F**, pulsant **K, L**: pulsant **F**, 30/31 suggerunt, ita **K**: suggerunt ita, **F**, suggerant, & quod **L**

arteriis intercipiat: haec (quae mediocris) vim pulsificam, quo minus ultra ligaturam se exporrigat, ad extimasque corporis partes propellat, sanguinem non impediat.

Adeo ut sic ratiocinari liceat: mediocri ligatura cum venas turgidas distentas esse, & manum plurimo sanguine impleri vidimus, unde fit hoc? Aut per venas, aut per arterias, aut per coecas porositates, infra ligaturam sanguis advenit: e venis, non potest: per coecos ductus, minus: ergo per arterias secundum quod dictum, necesse est: per venas influere non posse, patet; cum non exprimi retro sanguinem contingat supra ligaturam, nisi ablata omni ligatura, quando subito omnes venas detumescere, & sese in superiores partes exonerare, manum dealbari, & sursum omne prius collectum & tumorem & sanguinem affatim evanescere videtur.

Amplius sentiet ipse, cui ita, post multum spatium ligatus carpus aut brachium erat, & manus tumidae pauloque frigidiores inde redditae, sentiet (inquam) de solutione mediocris ligaturae, frigidum quid sursum usque ad cubitum vel axillas obrepere, una scilicet cum revertente sanguine, quem ego frigidi sanguinis recursum (post sanguinis missionem) ad cor usque (soluta vinculo) in causa fuisse lipothymiae arbitrarer, quae etiam robustis aliquando supervenire vidimus, & maxime a solutione ligaturae, quod vulgo dicunt a conversione sanguinis.

Praeterea, cum statim, a solutione strictae ligaturae in mediocrem, & immissionem sanguinis per arterias, & continuo venas intumescere videmus infra ligaturam comprehensas, non autem arterias; Signum est & sanguinem ab arteriis in venas & non contra permeare, & aut anastomosin vasorum esse, aut porositates carnis, & partium solidarum pervias sanguini esse. Item signum est venas plurimas inter sese communicare, quod in ligatura mediocri (supra cubitum facta) multae attolluntur simul & turgent: ex una autem venula scapello, exitu sanguini da-

to, omnes statim detumescunt & in illam unam sese exonerantes sub-
dunt simul pene omnes.

Hinc unusquisque potest causas attractionis, quae fit per ligaturas, &
forsan omnis fluxionis cognoscere, videlicet (quemadmodum in manu,
per istam ligaturam, quam dico mediocrem) compressae sunt venae &
sanguis exire non potest. Ita cum per arterias vi (scilicet cordis) impin-
gitur, non potens exire inde ut repleatur, distendatur pars necesse est.

5 vidimus **F**, **K**: videmus **L**, 14 ligatus carpus **K**: ligatum corpus **F**, **L**, 23 mediocrem, & immissionem
K: mediocrem immissionem **F**, in mediocri immisione **L**

Alias enim qui fieri potest? Calor & dolor, & vis vacui attrahunt quidem, sed ut impleatur tantum pars, non ut distendatur aut tumefiat ultra naturalem constitutionem, & ob infarctum, & arcte impactum vi sanguinem tam violenter, tam subito opprimatur, ut caro continui solutionem pati, & vasa dirumpi cernantur, nusquam hoc aut calore, aut dolore, aut vi vacui fieri posse, credibile, aut demonstrabile est.

Insuper & ligatura, contingit, attractionem fieri, absque omni dolore, calore aut illa vi vacui. Quod si a dolore aliquo accideret sanguinem attrahi, quo modo ad cubitum, ligato brachio, infra ligaturam intumescunt, & manus, & digiti, & venae varicosae? cum propter ligaturae compressionem eo pervenire sanguis per venas non potest; atque quare supra ligaturam, in cubito neque tumoris, aut repletionis signum, neque venarum turgescientiae, neque omnino attractionis, aut affluxus vestigium appareat.

Sed attractionis infra ligaturam, & tumefactionis ultra naturae modum, in manu, & digitis, haec causa manifesta; nempe, quod sanguis cum impetu, & affatim ingrediatur, exire vero nequeat. An illa vero omnis tumoris causa (ut est apud Avicen.) & omnis redundantiae opprimentis in parte? quia viae ingressus apertae, egressus clausae, unde abundare, & in tumorem attolli necesse est.

An hinc etiam contingat in tuberculis inflammatoriis, quod quousque tumor incrementum capescit, & non sit in ultimo statu, sentitur eo loci pulsus plenus, praesertim calidioribus tumoribus in quibus incrementum derepente fieri solet, sed haec posterioris disquisitionis sunt, uti an etiam hinc contingat, quod in me ipso casu expertus sum. Ego e curru delapsus aliquando fronte percussus, quo loco arteriae ramulus a temporibus prorepat, statim ab ipsa percussione, spatio fere viginti pulsationum tumorem ovi magnitudine, absque vel calore vel multo dolore, passus sum, propter videlicet arteriae vicinitatem, in locum contusum: sanguis affatim, magis & velocius impingebatur.

Hinc vero apparet, qua de causa in phlebotomia, quando longius prosilire & maiori impetu exire volumus, supra sectionem ligamus, non infra; quod si per venas inde efflueret tanta copia a partibus superioribus, ligatura illa non modo non adiuuaret sed impediret, & enim inferius ligandum verisimilius erat, quo sanguis inhibitus uberius exeat, si ex partibus superioribus eo per venas descendens per venas emanaret: sed cum aliunde per arterias impellitur in venas inferiores, in quibus

3 infarctum **K, L**: infractum **F**, 8 calore **K, L**: colore **F**, 12 in cubito neque **K**: neque **F, L**

regressus per ligaturam praepeditur, venae turgent, & distentae ipsum maiori impetu per orificium elidere & longius eiicere possunt, soluta vero ligatura, viaque regressus aperta ecce non amplius, nisi guttatim decedit, & quod omnes norunt, si vel vinculum solveris in administranda phlebotomia vel infra ligaveris vel stricta nimis ligatura, membrum constrinxis, tum sanguis absque impetu exit; Quia scilicet via ingressus & influxus sanguinis per arterias intercepta sit. Stricta illa ligatura arteriarum, aut regressus liberior datur per venas, ligatura soluta.

CAPUT XII.

Esse sanguinis circuitum ex secundo supposito confirmato.

Haec cum ita sint, constat confirmatum iri etiam aliud, quod antea per cor continuo sanguinem transire dicebam: videmus enim ab arteriis sanguinem in venas dimanare, non e venis in arterias: videmus insuper vel pene totam massam sanguinis exhauriri posse ab ipso brachio (idque una vena cuticulari scalpello aperta, si fiat ligatura decens) videmus praeterea, ita impetuose & affatim effundi, ut non solum brevi & cito evacuari qui ante sectionem in brachio intra ligaturam comprehensus erat sanguis, sed ex toto brachio & toto corpore tam arteriis quam venis.

Quare confiteri necesse est, primo vi & impetu suppeditari, & quod vi impingatur intra ligaturam; vi enim & impulsu exit: & proinde a cordis pulsu & robore, vis enim & impulsio sanguinis solum a corde.

Deinde a corde provenire hunc fluxum, & per cor transitu facto e venis magnis hac effluere, similiter confiteri necesse, cum intra ligaturam per arterias ingreditur non per venas, & arteriae nusquam sanguinem e venis recipiunt nisi e sinistro ventriculo cordis.

Neque omnino aliter ex una vena (facta supra ligatura) tantam copiam exhaurire ullo modo potuisset, praesertim tam impetuose, affatim,

tam facile, tam subito, nisi a corde, vi, & impulsu consecutio fiat hoc dicto modo.

Et si haec ita sint: hinc praeterea de copia computationem facere, & de circulari motu sanguinis argumentari apertissime possumus. Si etenim in phlebotomia (eo quo solet prorumpere effusione & impetu) si

23 impulsio **L**: impulsio, **K**, impulsio; **F**

quis per semihoram provenire sineret, nulli dubium, quin maxima (i-
 ipsius sanguinis) parte exhausta, lypothymia & syncope adventarent, &
 non solum arteriae, sed & venae magnae pene inanitae forent. Transire
 ergo rationabile est, semihorae illo spatio tantundem a vena magna per
 cor in aortam. Ulterius si quot unciae per unum brachium perfluant: vel
 quot in 20. vel 30. pulsationibus infra mediocrem ligaturam trudan-
 tur sanguinis supputares; daret profecto existimandi copiam, quantum
 per aliud brachium interea per utrumque crus, per collum utrinque, &
 per alias omnes arterias, & venas corporis interim pertranseat; quibus
 omnibus fluxus per pulmones, & cordis ventriculos, novum continuo
 sanguinem suggerere debet, idque e venis, necessarium est, circuitum
 fieri; cum nec suppeditari ab assumptis possit, & longe plus est, quam
 partium nutritioni congruens erat.

Amplius observandum, quod in administranda phlebotomia, quan-
 doque contingit hanc veritatem confirmasse. Nam recte brachium quan-
 quam ligaveris, & scalpello debito modo dissecueris, aptatis orificiis, &
 omnibus rite administratis, tamen si timor, aut ex quavis alia causa, aut
 animi pathemate, lipopsychia adveniat, & cor languidius pulsatur, nullo
 modo sanguis exhibit, nisi guttatim: praesertim si ligatura strictior paulo
 facta sit. Ratio est, quia compressam arteriam languidior pulsus & im-
 pellens vis infirmior recludere, & sanguinem infra ligaturam trudere
 non valet: imo per pulmones deducere, aut e venis in arterias copiose
 transferre, enervatum & languidum cor non potest. Sic eodem modo,
 & eisdem de causis contingit, & mulierum menstrua, & omnem hae-
 morrhagiam sedari. Ex contra iis etiam hoc patet; quoniam redinte-
 grato animo, amoto metu, cum ad se redeunt, iam adaucto robore
 pulsificante; arterias statim vehementius pulsare etiam in parte ligata,
 in carpo moveri, & sanguinem per orificium longius prosilire, conti-
 nuo ductu videbis.

CAPUT XIII.

Tertium suppositum confirmatur, & esse sanguinis circuitum

ex tertio supposito.

Hactenus de copia pertranseuntis sanguinis per cor, & pulmones, in centro corporis, & similiter ab arteriis in venas in habitu corporis. Restat, ut quomodo per venas ab extremitatibus, ad cor, retro san-

6 infra: intra **F, L**, 17 aptatis orificiis **K**: aptari orificiis **F**, apto orificio **L**, 21 infra **L**: intra **F**

guis permeat, & quomodo venae sint vasa deferentia solum sanguinem, ab extremitatibus ad centrum, explicemus: quo facto, tria illa proposita fundamenta, pro circuitu sanguinis fore aperta, vera, stabilia, ad fidem sufficienter faciendam existimamus.

Hoc autem ex valvulis, quae in ipsis venarum cavitatibus reperiuntur, & ex illarum usu, & ocularibus experimentis, satis erit apertum.

Clarissimus Hieronym. Fabr. ab Aq. pendent.: peritissimus Anatomicus & venerabilis senex, vel ut voluit Doctiss. Riolanus Jac. Silvius, primus in venis membraneas valvulas delineavit figura sigmoides, vel semilunares portiunculas tunicae interioris venarum eminentes tenuissimas. Sitae sunt distantibus in locis vario modo in variis hominibus ad venae latera connatae, sursum, versus venarum radices spectantes, & in mediam capacitatem venae, ambae (ut plurimum enim duae sunt) invicem respicientes, atque se invicem contingentes, & in extremitatibus ita cohaerere, copulari aptae: ut si quid e radice venarum in ramos vel e maioribus in minores permearet, omnino impediunt, & ita sitae: ut sequentium cornua praecedentium convexae medium (& sic alternatis vicibus) respiciant.

Harum valvularum usum rectum inventor non est assecutus, nec alii addiderunt: non est enim ne pondere deorsum sanguis in inferiora totus ruat: Sunt namque in iugularibus deorsum spectantes, & sanguinem sursum prohibentes ferri, & non ubique sursum spectantes, sed semper versus radices venarum & ubique versus cordis locum: Ego, ut alii etiam, aliquando in emulgentibus reperi, & in Ramis mesenterii versus venam cavam & portam spectantes: adde insuper quod in arteriis nullae sunt, & notare licet, quod canes, & boves omnes habent valvulas in divisione cruralium venarum, ad principum ossis sacri, vel in ramis illis prope coxendicem, in quibus nil tale timendum propter erectam staturam.

Nec ob metum Apoplexiae (ut alii dicunt) sunt in iugularibus valvulae, quia materia in somno potius per arterias soporales influere in caput apta esset.

Nec ut sanguis in divaricationibus subsistat, in ramus exiles, & non totus in magis apertos, & capaces irrueret: positae enim sunt ubi nullae divaricationes, licet frequentiores conspici fateor, ubi divaricationes sunt.

Nec ut motus sanguinis a centro corporis retardetur solum (tarde

22 ferri **L**: fieri **F**

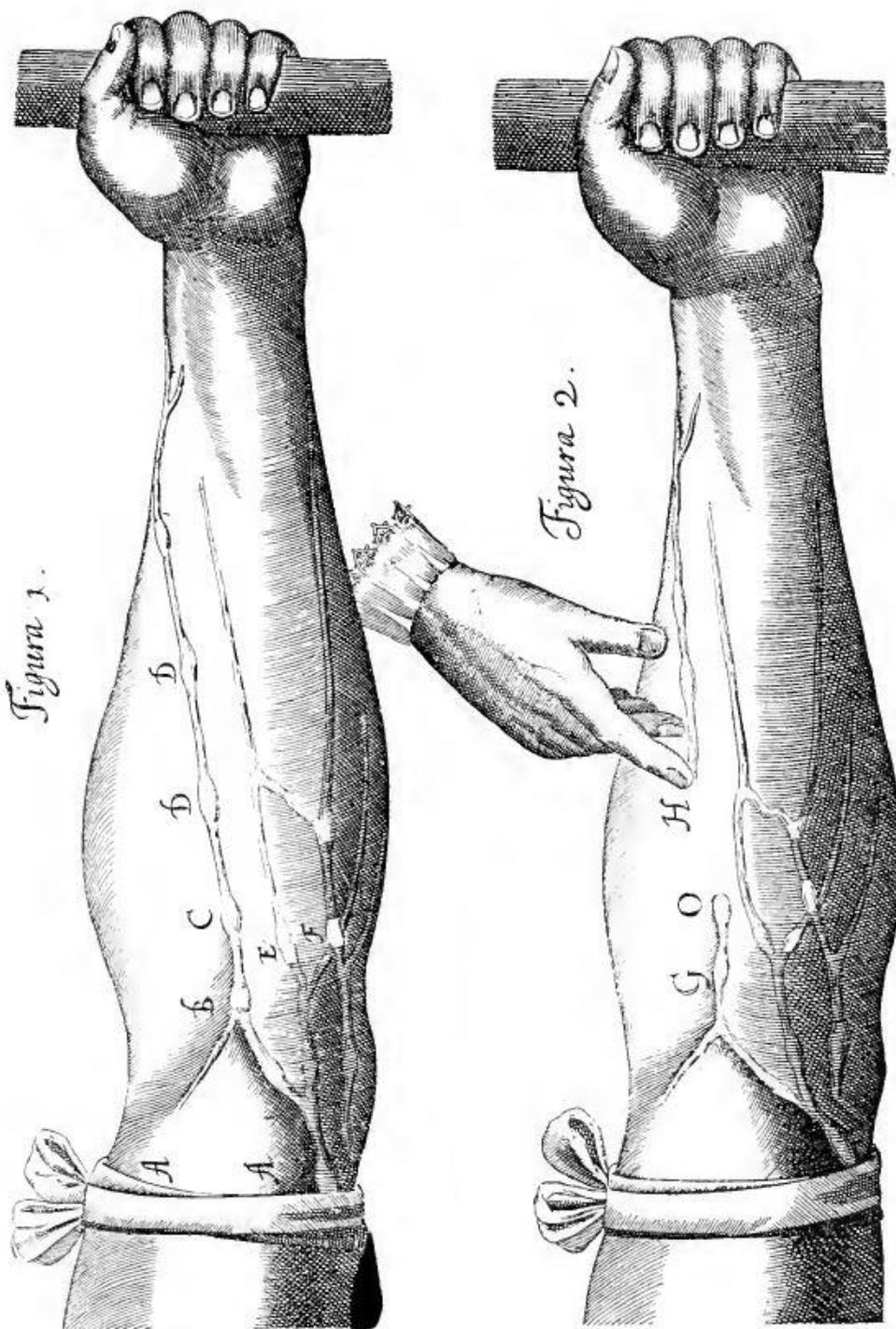
enim satis sua sponte, e maioribus in minores ramulas intrudi, e massa & fonte separari, aut e locis calidioribus in frigidiora migrare; verisimilius est). Sed omnino valvulae factae sunt, ne a venis magnis in minores moveretur sanguis & sic illas dilaceraret, aut varicosas efficeret, neve a centro corporis in extrema: sed potius ab extremitatibus ad centrum progredere, ita huic motui valvulae tenues facile recluduntur, contrarium omnino supprimunt, & sic positae & ordinatae ut si quid per cornua superiorum minus prohiberetur transitu, sed quasi per rimas elaberetur convexitas subsequentium transversim posita exciperet, & sisteret ne ulterius transiret.

Ego illud saepissime in dissectione venarum expertus sum, si a radice venarum initio facto, versus exiles venarum ramos Specillum mitterem (quanto potuerim artificio) ob impedimentum valvularum longius impellere, non potuisse: contra vero forinsecus e ramulis radicem versus facillime, & pluribus in locis valvulae binae ad invicem ita positae, & aptae, ut ad amussim (dum elevantur) in media venae cavitate cohaereant & uniantur, extremitatibus convexis invicem; ut neque visu, cernere, neque satis explorare rimulam aut coitum liceret, contra vero forinsecus intro immisso stylo cedunt, & (valvularum, quibus cursus fluminum inhihentur in morem) facillime reclinantur, ut motum sanguinis profectum a corde, & vena cava intercipient, & ad amussim pluribus in locis elevatae invicem dum clauduntur, omnino inhihent & supprimant, & sive sursum ad caput, sive deorsum ad pedes, sive ad latera brachii sanguinem a corde moveri (ita sunt constitutae) ut nusquam sinant, sed motui omni sanguinis qui a maioribus venis auspiciatus, in minores desinat, adversentur & obsistant: ei vero qui a venis exilibus incipiens in maiores desinat, obsecudent liberamque & patentem viam expedit.

Sed quo veritas haec apertius elucescat; ligetur brachium supra cubitum vivo homine, tanquam ad mittendum sanguinem A A per intervalla apparebunt, praecipue in rusticis & varicosis, tanquam nodi

quidam & tubercula B. C. D D. E. F. non solum ubi est divaricatio E. F. sed etiam ubi nulla [C. D.] & isti nodi a valvulis fiunt. Hoc modo apparentibus in exteriori parte manus vel cubiti si a nodo inferius pollice vel digito comprimendo sanguinem, & de nodo illo sive valvula detraxeris [H. 2. figur.] videbis nullum (inhibente omnino valvula) subsequi posse & venae portionem (H. O. secundae fig.) intra tuberculum

4 varicosas **F, L**: varicosus **K**, 12 Specillum **L**: Spicillum **F**, 18 satis **F, L**: setis **K**, 22 elevatae **K, L**: elevati **F**, 31 nodi **K, L**: modi **F**, 37 intra **L**: infra **F**



& digitum detractum, obliteratam, & tamen supra tuberculum vel valvulam, satis distentam [O. G.] immo si ita detractum sanguinem H. & venam inanitam retinueris & altera manu versus valvularum [O. tertiae figurae] partem superiorem distentam, deorsum compresseris [K. tertiae], nulla vi cogi, aut impelli trans valvulam [O.] videbis; sed quanto maiori conatu, hoc feceris, videbis tanto magis ad valvulam [O. tertiae] vel tuberculum [O. tertiae] venam turgentem distentam & tamen inferius vacuum esse [H. O. tertiae figurae].

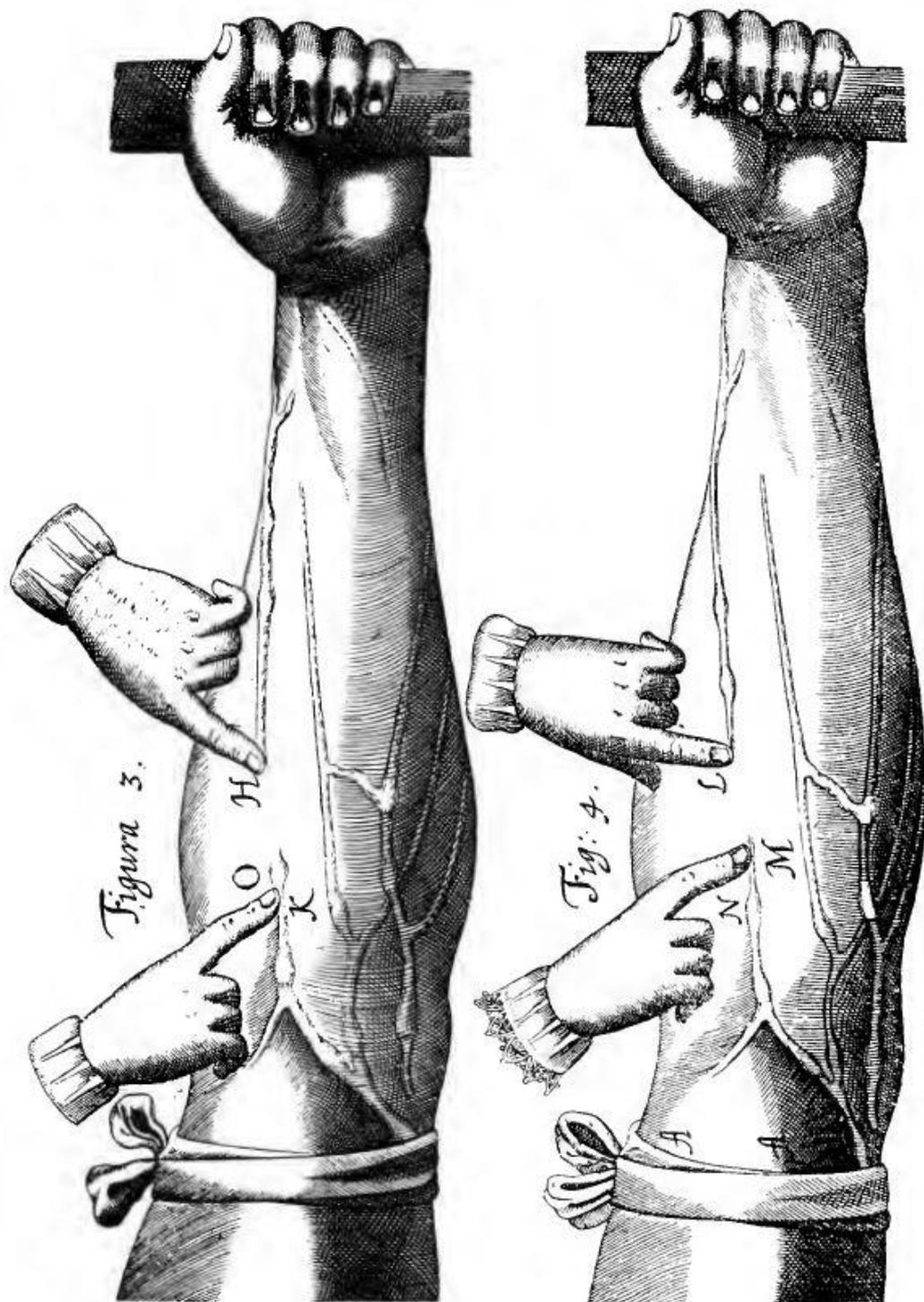
Hoc, cum pluribus in locis experiri quis possit, apparet valvularum officium in venis idem esse cum sigmoidum illarum trium, quae in orificio aortae & venae arteriosae fabrefactae sunt, videlicet: ut ad amussim claudantur, ne retro sanguinem transeuntem remeare sinant.

Praeterea ligato brachio uti prius A. A. & venis turgentibus, si infra tuberculum aliquod sive valvulam, venam firmaveris per aliquod spatium [L. quartae] & postea sanguinem sursum usque supra valvulam [N.] digito [M.] compuleris, vacuum illam partem venae permanere videbis [L. N.] nec retro per valvulam regredi posse ut est [H. O. secundae] ablato vero digito [H.] rursus repleti ab inferioribus, & esse ut [D. C.] ut hinc sursum ab inferioribus ad superiora & ad cor sanguinem moveri in venis & non contrario modo plane constet. Et licet aliquibus in locis valvulae quae non ita ad amussim clauduntur, aut ubi unica solum valvula est, transitum sanguinis a centro non videntur prorsus impedire; tamen ut plurimum ita apparet, vel saltem quod alicubi negligentius fieri visum est, illud ex subsequentium in ordine valvularum, vel frequentia vel diligentia vel alio modo videtur compensari, ut venae viae patentes & apertae sint regredienti sanguini ad cor, progredienti vero a corde omnino oclusae. Notandum autem hoc insuper, ligato ut prius brachio & venis turgentibus apparentibus nodis sive valvulis vivo homine, infra aliquam valvulam in loco ubi subsequentem inveniatis; pollicem, qui venam firmet, applicueris; ne quid a manu sursum sanguinis progrediatur & digito deinde sanguinem ab illa venae por-

tione, sursum supra valvulam [L. N.] exprime; ut ante dictum est: & ab-
lato digito [L.] sinito rursus repleri ab inferioribus [ut D. C.] & rursus
appresso pollice, identidem, sursum, exprime sanguinem [L. N. & H. O.]
& hoc millies in brevi tempore facito.

Iam si rem supputaveris, quantum una compressione, sursum, supra
valvulam supponendo, & facta per numerum millenarium multipli-

8 vacuam **L**: vacuum **F**, 10 sigmoidum **L**: sigmoidarum **F**, 22 sigmoidum **L**: sigmoidarum **F**,
26 progredienti **K**, **L**: progrediente **F**



catione, tantum sanguinis hoc modo per unius venae partem, in non longo tempore transmissum reperies, ut de circuito sanguinis, ab eius celeri motu, te persuasissimum puto sentires.

Sed ne hoc experimento naturae vim afferre dicas, in longe distantibus valvulis, illud si feceris, observando, ablato pollice, quam cito quam celeriter sanguis sursum percurrat, & venam ab inferiori parte repleat, illud ipsum exploratum tibi fore non dubito.

CAPUT XIV.

Conclusio demonstrationis de sanguinis circuitu.

Iam denique nostram de circuito sanguinis sententiam ferre, & omnibus proponere liceat.

Cum haec confirmata sint omnia, & rationibus & ocularibus experimentis, quod sanguis per pulmones & cor, pulsu ventriculorum pertranseat, & in universum corpus impellatur, & immittatur, & ibi in venas & porositates carnis obrepat, & per ipsas venas undique de circumferentia ad centrum ab exiguis venis in maiores remeet, & illinc in venam cavam, ad auriculam cordis tandem veniat, & tanta copia, tanto fluxu, refluxu, hinc per arterias illuc, & illinc per venas huc retro, ut ab assumptis suppeditari non possit, atque multo quidem maiori (quam sufficiens erat nutritioni) proventu: Necessarium est concludere circulari quodam motu in circuitu agitari in animalibus sanguinem; & esse in perpetuo motu, & hanc esse actionem sive functionem cordis, quam pulsu peragit, & omnino motus & pulsus cordis causam unam esse.

CAPUT XV.

Sanguinis circuitus rationibus verisimilibus confirmatur.

Sed hoc etiam subiungere non abs re fuerit, quod secundum com-

munes quasdam ratiocinationes, ita esse & conveniens sit, & necessarium. Primum (Aristot. de respirat. & lib. 2. & 3. de partibus animalium & alibi) cum mors sit corruptio propter calidi defectum & viven-

tia omnia calida, morientia frigida, locum, & originem esse oportet caloris, quasi lares focumque, quo naturae fomites, & primordia ignis nativi contineantur, & conserventur, a quo calor & vita in omnes partes tanquam ab origine profluant, et alimentum adveniat, & concotio, & nutritio, & omnes vegetatio dependeat.

Hunc autem locum cor esse, & hoc principium vitae, & hoc quo dictum est modo, neminem vellem dubitare.

Sanguini itaque motu opus est, atque tali, ut ad cor rursus revertatur, nam in externas corporis partes amandatus longe (ut Arist. 2. de part. animal.) a suo fonte, immotus coagularetur (motu enim in omnibus calorem & spiritus generari, & conservari videmus, quiete evanescere) tum a frigore extremorum & ambientis consistens aut gelatus sanguis & spiritibus (uti mortuis) destitutus: ut rursus a fonte, & origine, tam calorem quam spiritus, & omnino praeservationem suam repetat, & revertendo redintegraret; necesse fuit.

Videmus uti a frigore exteriori extremitates aliquando algeant ut lividi & nasus, & manus, & genae quasi mortuorum appareant & sanguis in ipsis (qualis cadaverum, locis pronis solet decumbere) livorem consistat, & membra adeo torpida, & aegre mobilia evadant, ut vitam pene amisisse videantur. Nullo modo profecto rursus (praesertim tam cito) calorem, colorem, & vitam recuperarent, nisi novo, ab origine affluxu, & appulsu caloris foverentur: Attrahere enim quomodo possunt, quibus calor & vita pene extincti sunt? aut quibus meatus condensati, & gelato sanguine repleti, quomodo adveniens admitterent alimentum, & sanguinem; nisi contentum dimitterent? & nisi omnino cor esset, & huius modi principium; ubi, his refrigeratis remaneret vita & calor (ut Aristot. respirat. 2.) & unde novo, per arterias transmissio, sanguine, calido, spiritibus imbuto. Et quod frige factum & effectum est propellatur & omnes particulae calorem languidum & vitalem fomitem, pene extinctum repararent.

Hinc ita est, ut caeteris omnibus partibus & vitam restitui, & sanitatem recuperari, corde illaeso contingere possit: Corde vero vel refrigerato, vel vitio gravi aliquo affecto, totum animal pati, & corruptum iri necesse sit, cum principium corrumpitur & patitur. Nihil enim est (ut Arist. 3. de partib. animal.) quod aut ipsi, aut caeteris quae ab ipso pendeant, praebere auxilium potest. Et hinc obiter forsitan ratio est, cur moerore, amore, invidia, curis & huiusmodi, tabes & extenuatio contingant aut cacochymia & proventus

9 amandatus **L**: emandatus **F**, 28 effetum: effoetum **L**, effaetum **F**, 35 ipsi **L**: ipso **F**

cruditatum, quae & morbos omnes inducant & homines conficiant: omne namque animi pathema, quod cum dolore, & gaudio, spe, aut anxietate humanas exagitat mentes, & ad cor usque pertingit, & ibi mutationem a naturali constitutione in temperie & pulsu & reliquis facit; illud in principio totum alimentum inquinando, & vires infirmando, minime mirum videri debet, quod varia genera morborum incurabili-um in membris & corpore subinde procreat, quandoquidem totum corpus, in illo casu vitiatO alimento & inopia calidi nativi laborat.

Praeter haec cum alimento vivant omnia animalia interius concocto, necesse est concoctionem perfectam esse, & distributionem, & proinde locum & conceptaculum adesse, ubi perficiatur alimentum & unde derivetur in singula membra; hic locus autem cor est; cum solum ex omnibus partibus (non solum in vena & arteria coronali privato usui) sed in cavitatibus suis tanquam in cisternis, & promptuario (auriculis scilicet & ventriculis) publico usui, sanguinem continet: reliquae omnes partes sui ipsius tantum causa & privato usui, in vasibus duntaxat habent) & cum cor solum ita situm & constitutum, ut inde pulsu suo, in omnes partes (idque secundum iustitiam & proportionem cavitatum arteriarum, unicuique particulae inservientium) aequaliter dispensat, distribuit, & indigentibus (quasi e thesauro & fonte) hoc modo largitur.

Amplius ad hanc distributionem & motum sanguinis, impetu & violentia opus est, & impulsore, quale cor est: tum quia sanguis sponte sua (quasi versus principium, vel pars ad totum, vel gutta aquae sparsae super tabulam ad massam) facile concentratur & coit: (uti a levibus causis solet celerrime frigore, timore, horrore & huiusmodi causis aliis). Tum ultra quia e venis capillaribus in parvas ramificationes & inde in maiores exprimitur motu membrorum & musculorum compressione, proclivis est magis & pronus sanguis, ut e circumferentia moveatur in centrum, quam e contrario (quamquam valvulae impedimento nullae forent) unde ut principium relinquat, & loca stricta & frigidiora iniret, & contra spontaneum moveretur, tum violentia opus habet

sanguis tum impulsore, quale cor solum est, & eo quo dictum est modo.

CAPUT XVI.

Sanguinis circuitus ex consequentibus probatur.

Sunt insuper problemata, ex hac veritate supposita, tanquam consequentia, quae ad fidem faciendam, veluti a posteriore non sunt inu-

4 in temperie: intemperie **F**, **L**, 22 tum quia **K**: tunc quia **F**, adde **L**, 22 tum **K**: tunc **F**. Adde;
L

tilia, & quae cum aliis multa ambiguitate & obscuritate involuta videntur esse: hinc & rationem & causas assignari facile patiantur.

Quemadmodum quae in contagione videmus, in ictu venenato, & serpentum morsu, aut canis rabidi, in lue venerea, & huiusmodi quomodo illaesa particula contacta tamen totum habitum contingit vitari (uti lues venerea illaesis aliquando genitalibus primo omnium vel Scapularum, vel capitis dolore, vel aliis Symptomatibus sese prodere solet) & vulnere facto a morsu canis rabidi, curato, febrem tamen, aut reliqua horrenda Symptomata supervenisse experti sumus. Quoniam primum, in particulam impressum contagium, una cum revertente sanguine ad cor fertur; & inde totum corpus postea inquinare posse hinc patet: In tertiana febre, morbifica causa principio cor petens, circa cor & pulmones immoratur, & anhelosos, suspiriosos, ignavos facit, quia principium aggravatur vitale & sanguis in pulmones impingitur, incrassatur, non transit (hoc ego dissectione illorum qui in principio accessionis mortui sunt, expertus loquor) quando semper pulsus frequentes parvi, & quandoque inordinati sunt; adaucto vero calore, attenuatione facta materiae, apertis viis, & transitu facto incalescere incipit universum corpus, pulsus maiores fieri vehementiores, & fit paroxysmus febrilis: dum calor, scilicet, praeternaturalis accensus in corde, inde in totum corpus per arterias diffunditur, una cum materia morbifica; quae eo modo a natura exuperatur, & dissolvitur.

Cur etiam exterius applicata medicamenta vires intro exercent suas, ac si intro sumpta essent, hinc constet (Colocynthis & Aloe ventrem solvunt, Cantharides urinas movent, Allium plantis pedum alligatum expectorat, & cordialia roborant, & huius generis infinita) venas per orificia ab exterius admotis, absorbere aliquid & intro cum sanguine deferre (non alio modo, quam illae in mesenterio, ex intestinis Chylum exugunt & ad iecur una cum sanguine apportant) non irrationabile est forsitan dicere.

In mesenterio etenim sanguis, per arterias Celiacas mesentericam superiorem & inferiorem, ingressus; ad intestina progreditur: a quibus una cum Chylo in venas attracto per illarum venarum frequentissimas ramificationes in portam iecoris revertitur, & per ipsum in venam cavam, sic contingit, ut sanguis in his venis eodem sit imbutus & colore & consistentia, qua in reliquis, contra quam plures opinantur: nec duos contrarios motus in omni Capillari propagine Chyli sursum, sanguinis

18 incalescere incipit **K**: incalescere **F**, incalescit **L**, 23 Cur **F**: Cum **L**, 26 roborant **K, L**: roborat **F**, 29 Chylum **K, L**, 34 portam **K, L**: portum **F**, cavam, **K**: cavam **F**, cavam. **L**, 36 consistentia, qua **L**: consistenti, qua **F**, consistentia eodem, qua **K**

deorsum inconvenienter fieri improbabiliter existimare necesse est. Sed an non summa naturae providentia hoc fit; si enim Chylus cum sanguine, crudus cum concocto, aequis portionibus confunderetur, non concoctio transmutatio & sanguificatio exinde proveniret, sed magis (cum invicem activa & passiva sint) ex alteratorum unione mistio, & medium quid, ut in perfusione vini cum aqua & oxicato; iam vero quando multo cum praeterlabente sanguine exigua portio Chyli hoc modo admista sit, & quasi nulla notabili proportione, contingit illud facilius (quod ait Aristoteles) cum una gutta aquae addita vini dolio, aut e contra, totum non mistum, sed vel vinum vel aqua. Ita in venis meseraicis dissectis, non Chymus, non Chylus & sanguis, aut separati, aut confusi reperiuntur, sed idem qui in reliquis venis sanguis & colore, & consistentia ad sensum apparet. In quo tamen quia Chyli quiddam inconcoctum (licet insensibiliter) inest. Natura iecur apposuit, in cuius maeandris moras trahat & plenioram transmutationem acquirat, ne praemature crudum ad cor perveniens, vitae principium obrueret. Hinc in Embryone pene nullus usus iecoris, unde vena umbilicalis iecur manifeste integra pertransit & a porta iecoris extat foramen vel anastomosis, ut sanguis regrediens ab intestinis foetus; non per iecur, sed in dictam umbilicalem transiens, cor (una cum materno sanguine & revertente a placenta uteri) petat, unde etiam in prima foetus conformatione iecur posterius fieri contingit, & nos etiam in foetu humano observavimus perfecte delineata omnia membra, imo genitalia distincta, nondum tamen iecoris posita pene rudimenta. Et sane quousque membra (ut vel cor ipsum in initio) alba omnia apparent, & praeterquam in venis nequidquam ruboris contineant, nihil praeter rudem quasi extravenati sanguinis collectionem loco iecoris videbis, quam contusionem quandam vel ruptam venam existimares.

Sed in ovo duo quasi vasa umbilicalia, unum ab albumine integrum pertransiens iecur & ad cor recte tendens, alterum a luteo in venam portam desinens: quippe contingit in ovo pullum primum ex albumine tantum formari & nutriri, a luteo vero post perfectionem & exclusionem

(nam & intra intestina in ventre pulli contentum post multos dies ab exclusione potest luteum reperiri, & respondet luteum nutrimento lactis caeterorum animalium. Sed haec convenientius in observationibus circa foetus formationem, ubi huius generis possunt esse problemata plurima, cur hoc prius factum, aut perfectum sit, illud cur posterius? &

6 oxicato **K**: oinocraton **L**, 18 anastomosis **K**: anaestomosis **F, L**, 26 extravenati **K**: extravasati **L**, 26 ruptam **K, L**: raptam **F**

de principatu membrorum, quatenus particula alterius causa sit? & circa cor plurima, uti cur primum (ut Arist. *de partibus animal.* 3) consistens factum sit? & habere videtur in se vitam, motum, & sensum, antequam quidquam reliqui corporis perfectum sit? Et similiter de sanguine quare antea omnia? & qualiter principium vitae & animalis habeat, & moveri atque huc illuc impelli desiderat? cuius causa cor factum fuisse videretur.

Eodem modo in pulsum speculatione, cur isti videlicet lethales aut contra & in omnibus generibus ipsorum causas & praesagia contemplando, quid isti significant, quid illi, & quare?

Similiter in crisis & expurgationibus naturae, in nutritione, praesertim distributione alimenti similiter & omni fluxione.

Denique in omni parte medicinae, Physiologica, Pathologica, Semiologica, Therapeutica, cum quot problemata determinari possunt ex hac data veritate & luce, quanta dubia solvi, quot obscura dilucidari, animo mecum reputo: campum invenio spatiosissimum, ubi longius percurrere & latius expatiari adeo possim, ut non solum in volumen excresceret praeter institutum meum, hoc opus: sed mihi forsitan vita ad finem faciendum deficeret.

Hoc itaque loco (*sequente videl. capitulo*) solummodo, quae in administranda Anatome circa fabricam cordis & arteriarum comparent, ad suos usus & causas veras referre enitar, ut sicut quocumque me convertam, plurima, quae ex hac veritate lucem recipiant, & hanc vicissim illustriorem reddant, reperiuntur. Ita Anatomicis argumentis firmatam & exornatam prae caeteris velim.

Est unum quod licet inter observationes nostras de lienis usu locum habere deberet, tamen hic quoque obiter annotare non erit impertinens. A ramo splenico in pancreate deducto, e parte superiore venae oriuntur coronalis postica, gastrica & Gastroepiploica quae omnes plurimis sur-

culis & ramificationibus in ventriculum (veluti meseraicae in intestina) disseminantur. Similiter a parte inferiori illius splenici deorsum in colon & longanone usque deducitur vena Haemorrhoidalis, per has venas utrinque sanguis regrediens, & succum crudiores secum hinc a ventriculo, aqueum, tenuem nondum perfecta chilificatione; illinc crassum & terrestriorem, tanquam e fecibus, reportans in hoc ramo splenico, contrariorum permistione convenienter attemperatur, & ambos hos succos difficilius coctionis (propter contrarias tamen indispositiones) natura permiscendo & multa copia calidioris sanguinis, a liene uberrime (propter multitudinem arte-

9 illi **K**: illud **F**, hi **L**, 15 percurrere **K, L**: percurri **F**, 28 gastrica **K, L**: gustrica **F**, 36 contrarias **K, L**: contrarios **F**

riarum) scaturientis, superinfusa; praeparatos magis ad iecoris portas adducit, & defectum utrorumque extremorum tali venarum fabrica supplet & compensat.

CAPUT XVII.

Confirmatur sanguinis motus, & circuitus ex apparentibus in Corde, & ex iis, quae ex dissectione Anatomica patent.

Cor non in omnibus animalibus invenio distinctam esse, & separatam particulam, alia enim (quasi dicas) plant-animalia cor non habent, quia quaedam animalia sunt frigidiora, exiguae corpulentiae, mollioris texturae, similaris cuiusdam constitutionis, ut erucarum genus & Lumbricorum, & quae ex putredine oriuntur, non servantia speciem, plurima, iis cor non est ut quibus impulsore non opus sit, quo alimentum in extrema deferatur, corpus enim connatum & unum absque membris indistinctum habent, sic ut contractione, & relaxatione totius corporis, intro sumant & expellant, moveant & removeant alimentum. Plant-animalia dicta Ostrea, Mytili, Spongiae & Zoophytorum genera omnia, cor non habent, pro corde enim toto corpore utuntur, & quasi totum cor, huiusmodi animal est.

In plurimis & pene omnibus insectorum generibus, propter corpulentiae exiguitatem discernere non possumus recte; attamen in apibus, muscis, crabronibus, & huiusmodi (aliquando ope perspicilli) licet, pulsans quiddam intueri: etiam in pediculis, quibus transitus alimenti per intestina (cum translucidum sit animal) quasi maculam nigram cernere insuper clare poteris multiplicantis illius specilli ope: sed in exanguibus & frigidioribus quibusdam, ut cochleis, conchis, squillis, crustatis, his omnibus inest pulsans particula, (quasi vesicula quaedam vel auricula sine corde) rarius vero contractionem & pulsum suum faciens, & quem non nisi aestate, aut calidiori tempestate discernere liceat.

In his ita se habet ista particula; impulsu aliquo opus est ad alimenti distributionem propter partium organicarum varietatem aut densitatem substantiae: sed rarius fiunt pulsationes, & quandoque non omnino, ob frigiditatem, prout conveniens illis est, quae dubiae sunt naturae, ita ut

1 portas **K**: portus **F**, portam **L**, 15 relaxatione **K**, **L**: relatione **F**, 25 cernere **K**, **L**: cernere, **F**,
32 organicarum **L**: organicam **F**

quandoque vivere, quandoque emori, videantur, & quandoque vitam animalis agere quandoque plantae. Quod etiam insectis videtur contingere (cum hyeme latent, & quasi mortua occultantur) vel plantae vitam tantummodo agant, sed an idem etiam quibusdam sanguineis animalibus accidat, ut ranis, testudinibus, serpentibus, hirundinibus, non inuria dubitare licet.

In animalibus vero maioribus, calidioribus, utpote sanguineis impulsore alimenti, & cum vi forsan maiori, opus est: proinde uti piscibus, serpentibus, lacertulis, testudinibus, ranis & huiusmodi aliis, tum auricula, tum cordis ventriculus unus, unde & verissimum illud (Aristot. *de partibus animal.* 3.) quod nullum sanguineum animal careat corde, quo impulsore validiore & robustiore, non solum ab auricula agitetur alimentum, sed longius & celerius protrudatur.

Quin in adhuc maioribus, calidioribus & perfectioribus animalibus utpote plurimo ferventiori & spirituoso sanguine abundantibus quo protrudatur, fortius, celerius, & impetu maiori propter corporis magnitudinem, ut habitus densitatem, alimentum, in his robustum cor magis & carnosius desideratur.

Et insuper, quia perfectioribus, perfectiori opus alimento, & uberiori calore nativo, aut alimentum concoquatur & ulteriorem perfectionem nanciscatur, illis animalibus pulmones habere & alterum ventriculum, qui per ipsos pulmones alimentum tradat, conveniebat.

Sic quibuscunque insunt pulmones, ibi duo ventriculi cordis dexter & sinister, & ubicunque dexter ibi sinister quoque inest, non e contra ubi sinister ibi dexter quoque (sinistrum voco ventriculum usu, non situ, distinctum videlicet, qui sanguinem in totum corpus diffundat non in pulmones solum) hinc sinister ventriculus per se cor efficere videtur, & in medio situs, scrobiculis anterioribus ita insculptus & maiori diligentia fabrefactus est, ut cor sinistri ventriculi gratia factum videatur: &

dexter ventriculus quasi famuletur sinistro, nec ad conum eius pertingit, & tenuiori triplo pariete est, & quasi articulationem quandam (ut Arist.) supra sinistrum habeat. Maiori capacitate vero utpote, qui non solum sinistro materiam, sed & pulmonibus alimentum praebeat.

Notandum vero, quod in Embryone aliter se habent ista, & non tanta differentia sit ventriculorum, sed tanquam in nuce nuclei gemelli, aequaliter pene se habent, & dextri conus ad sinistri summitatem pertingit, ut cor in his (tanquam duplici apice) in cono sit, & haec quoniam

4 sanguineis **K, L**: sanguinis **F**, 7 vero **F**: paulo **L**, 12 validiore & robustiore **K**: validiora & robustiora **F**, validius & robustius **L**, 23 ibi **K**: ubi **F**, illis **L**

in his (ut dixi) dum sanguis non transit per pulmones, utique de dextro cordis sinu in sinistrum. Ambo per foramen ovale, & transitum arteriosum, ut dictum est, idem officium traducendi sanguinem e vena cava in arteriam magnam, pariter praestant, & in universum corpus impellunt aequaliter, unde aequalis constitutio. Cum vero pulmones usui esse, & uniones dictas occludi, sit tempestivum, tum haec differentia ventriculorum incipit in robore, & reliquis esse; quia dexter duntaxat per pulmones, sinister per totum corpus impellit.

Ultra haec etiam in corde lacertuli (ut ita dicam) sive carnosae virgulae, & fibrosi nexus plurimi (quos Aristot. *lib. de respirat. & de partibus animalium* 3. nervos vocat) qui partim separatim diverso modo tenduntur; partim in parietibus & mediastino (altis factis scrobiculis) sulcatim reconditi tanquam musculi quidam parvi. Qui ad robustiorem, & ad validiorem impulsus sanguinis, & constrictionem cordis quasi succenturiati sunt, & superadditi cordi, & ad ulteriorem expulsionem sanguinis auxiliares, & ut (tanquam in navi funium diligens & artificiosus apparatus) corde undiquaque se contrahente, undique adiumento forent; & sanguinem plenius & validius e ventriculis expellerent.

Hoc autem manifestum eo, quod quibusdam animalibus sint, quibusdam minime, & omnibus quibus sunt, illis plures & fortiores, sinistro, quam dextro, & quibusdam animalibus, in sinistro sunt, dextro vero nequaquam, & in hominum genere, plures in sinistro quam dextro ventriculo & plures in ventriculis quam auriculis, & aliquibus in auriculis quasi nulli. In torosis & musculosis agrestibus corporibus, & durioris habitus, plures; in tenellis corporibus feminis pauciores.

In quibus animalibus ventriculi cordis intus leves; omnino absque fibris, lacertulis, neque scrobiculis fissi, (ut avibus minoribus pene omnibus, serpentibus, ranis, testudinibus, & huiusmodi, sic perdica, gallina, piscibus similiter maxima ex parte) in his neque nervi (sive fibrae dictae) neque valvulae tricuspides in ventriculis reperiuntur. Quibusdam

animalibus dexter ventriculus intus levis est, sinister vero fibrosos illos nexus habet, ut in ansere, cygno, & avibus gravioribus. In his eadem est ratio, quae in omnibus; cum spongiosi & rari & molles sint pulmones ad protrusionem sanguinis per ipsos, vim tantam non desiderari, proinde dextro ventriculo aut non sunt illae fibrae, aut pauciores, infirmiores, non ita carnosae, aut musculos aemulantes. Sinistro vero sunt & robustiores, & plures, & carnosiores, & musculosi, quia sinister ventriculus

16 navi funium **K, L**: navifunium **F**, 17 corde [...] contrahente **F, L**: cordi [...] contrahenti **K**, 34 tantam **K, L**: tantum **F**, 36 Sinistro **K, L**: Sinistri **F**

maiori robore & vi opus habet, quo per universum corpus longius sanguinem prosequi debuerat.

Et hinc etiam medium cordis possidet, & triplo crassiori pariete, & robustiore est sinister ventriculus dextro. Hinc omnia animalia, & inter homines similiter, quo densiori, duriori, & solidiori habitu sunt carnis, & quo magis carnosae, lacertosa habent extrema membra, & magis a corde distantia: eo fibrosum, magis crassum, robustum, & musculosum habent cor. Idque manifestum est, & necessarium. Quo contrariiori textura, & molliori sunt habitu, & corpulentia minore, flaccidum magis, mollius, & intus minus (aut non omnino) fibrosum & enervatum cor gerunt.

Valvularum similiter usum considera; quae ideo factae, ne semel missus sanguis in cordis ventriculos regeratur, & in orificio arteriosae venae & aortae (dum sursum elevatae, & invicem coniunctae triquetram lineam, qualis ab hirudinum morsu relinquitur effingunt) quo arctius obseratae, sanguinis refluxum arceant.

Tricuspides in introitu a vena cava, & arteria venosa ianitores, ne, cum maxime impellit sanguis, retrolabatur, & ea de causa non insunt omnibus animalibus (ut dixi) neque quibus insunt, eadem naturae solertia factae apparent, sed in aliis exactius, in aliis remissius & negligentius, ut claudantur pro maiori vel minori impulsione a ventriculorum contractione facta: ideo in sinistro ventriculo, uti ad maiorem impulsionem diligentior oclusio fiat: duo tantum sunt instar mitrae, ut exactissime claudantur & longe in conum per medium pertingentes (quae res imposuit forsitan Aristoteli ut hunc ventriculum duplicem sectione per transversum facta existimaret) similiter profecto ne retro in arteriam venosam labatur sanguis, & exinde robur sinistri ventriculi exolvatur, in propellendo per universum corpus, ideo valvulae istae mitrales mole, & robore, & exacta clausura, illas in dextro positas exuperant. Hinc etiam necessario nullum cor sine ventriculo conspicitur cum lacunar & fons & prom-

ptuarium esse sanguinis debeat: Idem vero in cerebro; non semper contingit. Avium enim genera pene omnia nullum habent in cerebro ventriculum, ut patet in ansere & cygno, quorum cerebrum cuniculi cerebro pene magnitudine aequatur. Cuniculi autem ventriculos, licet in cerebro habeant, anser tamen non habet. Similiter ubicunq; cordis ventriculus unus, una auricula appendit, flaccida, cuticularis, intus cava, sanguine referta; ubi duo ventriculi, duae similiter auriculae. Contra vero aliquibus auricula duntaxat inest

12 valvularum similiter usum **L**: valvularum similiter sigmoidarum usum **F**, valvularum similiter sigmoidarum et tricuspis usum **K**, 15 hirudinum **K**: hirundinum **F**, **L**, 18: impellit **F**: impellitur **K**, **L**, 30 lacunar **L**: lacunar **F**, lacuna **K**, 35 non habet. Similiter **F**, **L**, non habet similiter **K**

animalibus (non autem cordis ventriculus) vel saltem vesica auriculae analogon, vel vena ipsa in loco dilatata pulsum facit, ut videtur in crabronibus, & apibus, & aliis insectis, quae non solum pulsum habere, sed & respirationem in illa parte quam caudam nominant, experimentis quibusdam me posse demonstrare arbitror, (unde ipsam elongare, & contrahere contingit modo frequentius, modo rarius, prout anhelosi magis videntur, & aere magis indigere) sed de his in tractatu de respiratione. Auriculas similiter pulsare apertum est, sese contrahere (ut ante dixi) & sanguinem in ventriculos coniicere, unde ubicunque est ventriculus auricula necessaria non solum quod vulgo creditur, ut sit sanguinis receptaculum & promptuarium (quidem opus est pulsatione ad retinendum) sed motores primi sunt sanguinis auriculae, praesertim dextra, primum vivens, ultimum moriens (ut ante dictum est) quare necessaria, ut scilicet sanguinem in ventriculum subserviens infundat. Qui ventriculus continuo (se ipsum contrahendo) iam ante in motu existentem sanguinem commodius elidat, & violentius propellat, ut cum ludis pilam a reverberatione fortius & longius percutiendo quam simpliciter proiiciendo, impellere poteris. Quin etiam contra vulgarem opinionem, quia, neque cor, neque aliud quidquam seipsum distendere, sic potest, ut in seipsum attrahere sua diastole quicquam possit, nisi ut spongia vi prius compressa, dum redit ad constitutionem suam, sed omnem motum localem in animalibus primum fieri, & principium sumpsisse constat a contractione alicuius particulae: ideo a contractione auricularum coniicitur sanguis in ventriculos ut ante patefeci, & inde a contractione ventriculorum proiicitur & transfertur.

Quae veritas de motu locali, & quod immediatum organum motivum in omni motu, omnium animalium in quo spiritus motivus (ut Arist. dicit *libro de spiritu & alibi*) primo inest sit contractile, & quemadmodum $\nu\epsilon\tilde{\iota}\rho\omicron\nu$ a $\nu\epsilon\acute{\omicron}\omega$, nuto, contrahio dicatur. Et quod Aristot. musculos cognovit, & non perperam, omnem motum in animalibus retulit ad nervos sive ad contractile, & proinde illos lacertulos in corde nervos appellavit, si de motivis organis animalium, & de musculorum fabrica

ex observationibus nostris, quandoque demonstrare liceret, palam arbitrarer foret.

Quin institutum prosequentes, de auricularum usu ad ventriculos implendos sanguine, ut ante demonstratum est; contingit; quo magis densum, compactum cor, pariete crassiore, eo auriculae nervosiores &

8 apertum **K, L**: aptum **F**, 16/17 pilam **L**, pila **F**, 17 simpliciter **K, L**: simplici er **F**, 28 *alibi*) primo inest **L**: *alibi* primo inest) **F**, 30 perperam **K**: operam **F**, cum operam omnem **L**

magis musculosae ad impellendum & implendum, quibus contra iis tanquam vesica sanguinea, & membrana continens sanguinem apparet (ut in piscibus, ibi enim tenuissima & adeo ampla est vesica, quae auriculae loco est, ut super ipsam cor innatare videatur) ut in quib. piscibus carnosior paulo illa vesica est, perbelle pulmones aemulari & eminenti videtur; ut in Cyprino & Barbo tinca & aliis.

In aliquibus hominibus torosis videlicet, & durioris habitus dextram auriculam ita robustam, & cum lacertulis, & vario fibrarum contextu interius affabre concinnatam reperi, ut aliorum ventriculos robore videretur aequipollere, & mirabar sane in hominibus diversis, quanta esset differentia.

Sed notandum, quod in foetu auriculae longe maiores, quam pro proportione, quia insunt, antequam cor fiat, aut suam functionem praestat (ut ante demonstratum est) & cordis ibi quasi officium faciunt.

Sed quae in formatione foetus observavi (& antea retuli, & Aristot. in ovo confirmat) maximam huic rei fidem & lucem afferunt. Interea dum foetus, quasi vermiculus mollis, & (ut dicitur) in lacte est, inest solum punctum sanguineum, sive vesicula pulsans, & quasi umbilicalis venae portio, in principio, vel basi dilatata: postea cum foetus delineatus, iam corpulentiam quandam duriolem habere incipit (ista vesica carnosior & robustior facta in auriculas (mutata constitutione) transit, super quas cordis corpus pullulare incipit, (nondum ullum officium faciens publicum) formato vero foetu, cum iam distincta ossa a carnibus sunt, & perfectum est animal, & motum habere sentitur, tum cor quoque, intus pulsans habetur, & (ut dixi) utroque ventriculo sanguinem e vena cava in arteriam transfundit.

Sic natura perfecta & divina nihil faciens frustra, nec cuiquam animalis cor addidit, ubi non erat opus, neque priusquam esset eius usus fecit; sed iisdem gradibus in formatione cuiuscunque animalis, transiens

per omnium animalium constitutiones (ut ita dicam) ovum, vermem, foetum, perfectionem in singulis acquirit. In foetus formatione, multis observationibus haec alibi confirmanda sunt.

Denique non immerito Hippocrates *in lib. de corde* ipsum musculum nuncupavit, cum eadem actio, idem officium sit, videlicet seipsum contrahere, aliud movere, nempe contentum sanguinem.

Insuper ex fibrarum constitutione motivaque fabrica ut in musculis ipsis cordis actionem & usum licet cernere, omnes Anatomici cum

1 contra iis **K**: contrariis **F**, quibus vero contra **L**, 4 innatare videatur) (scripsi): immutare videatur) **F**, (ut quibus innatare videtur) & quibus **K**, ut super ipsam cor nature (sic) videatur: **L**, 6 tinca **K**, **L**: tineae **F**, 7 durioris **K**, **L**: duriores

Galeno annotarunt, cordis corpus vario fibrarum ductu videlicet recto, transverso, obliquo fabricatum esse, at in corde elixo, aliter se habere deprehenditur fibrarum structura. Omnes enim fibrae in parietibus & septo circulares sunt, quales in sphinctere, illae vero quae sunt in lacertulis, secundum longitudinem obliquae, porrectae: sic fit dum omnes fibrae simul contractae sint, ut contingat, & conum ad basim a lacertulis adductum esse, & parietes in orbe circumclusas, & cor undique contractum esse & ventriculos coarctari, & proinde, cum ipsius actio sit contractio, functionem eius esse sanguinem in arterias protrudere existimandum est.

Nec minus Aristoteli de principatu cordis assentiendum, an a cerebro motum & sensum accipiat? an a iecore sanguinem? an sit principium venarum, & sanguinis & huiusmodi? cum qui ipsum redarguere conantur, illud principale argumentum omittunt, aut non intelligunt, quod cor nempe primum subsistens sit, & habeat in se sanguinem, vitam, sensum, motum, antequam aut cerebrum aut iecur facta erant, vel plane distincta apparuerant, vel saltem ullam functionem edere potuerant. Et suis propriis organis ad motum fabricatis, cor, tanquam animal quoddam internum antiquius consistit. Quo primo facto, ab ipso postea fieri, nutriri, conservari, perfici, totum animal, tanquam huius opus & domicilium, natura voluisset: & cor (tanquam in republ. princeps) penes quem primum & summum imperium ubique gubernans sit. A quo tanquam ab origine in animali, & a fundamento omnis potestas derivetur, & dependeat.

At amplius circa arterias plurima similiter veritatem hanc illustrent & confirmant, cur arteria venosa non pulsatur, cum numeretur inter arterias? aut cur in vena arteriosa pulsus sentitur? quia pulsus arteriarum sanguinis impulsio est.

Cur arteriae in suae tunicae crassitie, & robore tantum a venis differant, quia sustinent impetum impellentis cordis, & prorumpentis sanguinis.

Hinc cum natura perfecta nihil facit frustra, & omnibus est sufficiens quanto arteriae propinquiores cordi sunt, tanto magis a venis in constitutione differunt, robustiores sunt, & ligamentosae magis; in ultimis vero disseminationibus ipsarum, ut manu, pede, cerebro, mesenterio, spermaticis ita constitutione similes sunt, ut oculari tunicarum inspectione, alterum ab altero, internoscere difficile sit. Hoc autem iustis de causis sic se habet, nam quo longius arteriae distant a corde, eo minore multo, vi, ab ictu cordis per multum spatium refracto, percel-

37 spatium (scripsi): spacium **F, L**

luntur. Adde quod cordis impulsus, cum in omnibus arteriarum truncis, & ramulis sufficiens sanguini esse debuerat, ad divisiones singulas, quasi partitus imminuitur.

Adeo ut ultimae divisiones capillares, arteriosae videantur venae non solum constitutione, sed & officio, cum sensibilem pulsum, aut nullum, aut non semper edunt, & nisi cum pulsat cor vehementius, aut arteriola in quavis particula dilatata; aut aperta magis sit. Inde fit ut in dentibus quandoque & tuberculis, quandoque in digitis sentire pulsum, quandoque non possimus. Unde pueros, quibus pulsus semper sunt celeres & frequentes, hoc uno signo febricitare certo observaverim, & similiter in tenellis & delicatulis; ex compressione digitorum, quando febris in vigore esset, facile pulsu digitorum percipere potuerim.

Ex altera parte, quando cor languidius pulsat, non solum, non in digitis, sed nec in carpo, aut temporibus pulsum sentire contigit, ut in lypothymia & hystericis symptomatibus & asphyxia, debilioribus, morituris.

Hic ne decipiantur, monendi Chyrurgi, quod in amputatione membrorum & tumorum carnosorum excisione, & vulneribus; sanguis cum vi prosiliens semper exit ab arteria, non autem semper cum saltu, quia exiles arteriae non pulsant, praesertim si ligatura compressae fuerint.

Praeterea cur vena arteriosa non solum arteriae constitutionem, & tunicam habeat, sed cur tam multum in crassitie tunicae non differat a venis, quam aorta, ratio eadem, maiorem a sinistro ventriculo impulsam sustinet aorta, quam illa a dextro & tanto molliori tunicarum constitutione, quam aorta est, quanto dexter ventriculus cordis & pariete & carne sinistro infirmior, & quanto pulmones in textura, & mollitie ab habitu corporis & carnis recedunt, tantum differt venae arteriosae tunica, ab illa, quae aortae. Et semper haec omnia ubique proportionem servant, & in hominibus quanto magis torosi, musculosi, & durioris sunt habitus, & cor robustum, crassum, densum, & fibrosum magis;

tanto & auriculas, & arterias proportionabiliter in omnibus respondentes crassitie, robore habent.

Hinc quibus animalibus leves ventriculi cordis intus sunt, absque villis, aut valvulis, pariete tenuiore, ut piscibus, avibus, serpentibus, & quam plurimis generibus animalium, in illis arteriae parum aut nihil a venis differunt in tunicarum crassitie.

Amplius cur pulmones tam ampla habent vasa, venam & arteriam, (ut truncus arteriae venosae excedat utrosque ramos, cruales, &

iugulares & cur tanto referti sunt sanguine, ut per experientiam & autopsiam scimus (monitu Aristot. non decepti inspectione eorum quos dissectis detraximus animalibus, quorum sanguis totus effluxerit) causa est, quia in pulmonibus & corde promptuarium fons & thesaurus sanguinis, & officina perfectionis est.

Cur similiter arteriam venosam, & sinistrum ventriculum abundare videmus (in Anatomica dissectione) tanta copia sanguinis, & eiusdem quidem, quo dexter ventriculus, & vena arteriosa replentur, similiter nigricantis & grumescantis. Quoniam illinc huc continenter peragrat pulmones sanguis.

Cur denique vena arteriosa dicta, vulgo constitutionem arteriae; arteria venosa venae habeant. Quia revera, & officio & constitutione & omnibus illa arteria, haec vena sit, contra quam vulgo creditur. Et cur vena arteriosa tam amplum habet orificium quia plus multo defert quam alendis pulmonibus sit necessarium.

Haec omnia phaenomena inter dissecandum observanda, & plurima alia, si recte perpensa fuerint, ante dictam veritatem, videntur luculenter illustrare & plane confirmare, simulque vulgaribus opinionibus adversari: cum, quam ob causam ita constituta sint, & facta haec omnia difficile cuiquam admodum sit, (nisi quo nos modo) explicare.

FINIS

6. Übersetzung

Von *De Motu Cordis* liegen bislang folgende Übersetzungen vor:⁶¹

1650, Amsterdam, niederländisch

1653, London, englisch

1673, London, englisch

1832, London, englisch

1889, London, englisch

1894, Canterbury, englisch mit lateinischem Text

1907, London, englisch

1909, Philadelphia und London, englisch

1928, London, englisch

1928, Baltimore, englisch mit lateinischem Text

1931, Baltimore, englisch

1957, Oxford, englisch mit lateinischem Text

1878, Stuttgart, deutsch

1910, Leipzig, deutsch (Nachdruck Ludwigshafen, 1936)

1879, Paris, französisch

1892, Paris, französisch

1950, Paris, französisch mit lateinischem Text

1927, (?), russisch (Übersetzung von K. M. Bykow, Nachdruck Leningrad, 1948)⁶²

1929, Kopenhagen, dänisch

1936, Ciencia Mexico, spanisch mit lateinischem Text

1944, Buenos Aires, spanisch

⁶¹ Keynes, G., A Bibliography of the Writings of Dr. William Harvey, Cambridge 1953.

⁶² Keynes, G., A Bibliography (s. o. Anm. 61), 34.

Der vorliegende Übersetzungsversuch ist bemüht, in moderner, dem zeitgenössischen Leser vertrauter Sprache den schwierigen, teilweise sperrigen Text nahezubringen, ohne den Stil Harveys zu verwischen. Es wurde versucht, den parataktischen Aufbau der Harveyschen Perioden, die teils anakoluthische Formen annehmen, beizubehalten. Allerdings wurde die Interpunktion teilweise geändert, um das Verständnis des Textes nicht zu gefährden. Der Text nimmt besonders in den anatomisch-medizinischen Abschnitten im engeren Sinn den Charakter eines Vorlesungsmanuskriptes an, wodurch die Interpretation der Aussagen ohne fundiertes medizinisches Wissen schwierig sein kann. Der Autor dieses Übersetzungsversuches war deshalb bemüht, durch Berücksichtigung moderner anatomischer und physiologischer Vorstellungen den Zugang zum Text zu erleichtern. Es soll bei schwierigen Passagen auf den Zeilenkommentar verwiesen werden.

Zentrale Begriffe, die teils keine modernen medizinischen Entsprechungen mehr haben (z.B. *spiritus*), bzw. solche, die heute teils konträr verwendet werden (z.B. 16. Jh.: *vena arterialis* vs. modern: *arteria pulmonalis*) wurden nicht übersetzt, da Harvey selbst auf die Problematik der Nomenklatur hinweist und sonst das Verständnis des Textes und besonders der Argumentationslinie Harveys verloren geht. Zur Erklärung der Begriffe sei auf das Glossar am Anfang dieser Dissertation verwiesen.

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE BEWEGUNG DES HERZENS UND DES BLUTES
BEI DEN LEBEWESSEN

Von William Harvey aus England

Arzt des Königs und Professor der Anatomie der medizinischen
Gesellschaft in London

Frankfurt 1628

auf Kosten von Wilhelm Fitzer

Dem durchlachtigsten und unbesiegbarsten
Charles, König von Großbritannien, Frankreich
und Irland, dem Verteidiger des
Glaubens

Durchlachtigster König,

Das Herz der Lebewesen ist das Fundament des Lebens, der Ursprung von allem, die Sonne des Mikrokosmos. Von ihr hängt alle Aktivität des Lebens ab, jegliche Stärke und Kraft strömt von ihr aus. Gleichermaßen ist der König das Fundament seiner Reiche, die Sonne seines Mikrokosmos, das Herz des Staates. Von ihm strömt jegliche Kraft aus, jegliche Gunst geht aus ihm hervor. Was hier über die Bewegung des Herzens geschrieben steht, wage ich Eurer Majestät (wie es der Brauch dieses Zeitalters ist) umso eher vorzulegen, als nach dem Vorbild des Menschen beinahe alles Menschliche, und nach dem Vorbild des Herzens das meiste

Königliche gestaltet ist. Die Kenntnis seines Herzens, gleichsam als Beispiel göttlichen Wirkens ist für den König nicht ohne Bedeutung: (pfllegt man doch Großes mit Kleinem zu vergleichen). So könnt Ihr zumindest, Bester der Könige, an die Spitze der menschlichen Belange gestellt, gleichzeitig die Grundlagen des menschlichen Körpers und das Bild Ihrer königlichen Macht betrachten. Empfangt deshalb – ich bitte Euch untertänigst – durchlachtigster König mit der gewohnten Güte und Milde die neuen Abhandlungen über das Herz, der Ihr selbst der neue Glanz dieses Zeitalters und wahrhaft sein ganzes Herz seid, ein Herrscher mit überreicher Tugend und Gnade, dem wir mit Recht alles, was immer unser England an Gutem erhalten und unser Leben an Erfreulichen besitzt, verdanken.

Eurer erhabendsten Majestät
ergebenster Diener

Wilhelm Harvey

Dem hervorragendsten und hochgeehrtesten Herrn
Doktor Argent,
dem Vorsitzenden des Ärztekollegs in London, seinem
einzigartigen Freund und seinen übrigen
gelehrtesten und hochgeschätzten Medizinerkollegen die herzlichsten
Grüße

Meine neue Lehre von der Bewegung und der Funktion des Herzens und des Blutkreislaufes, hervorragendste Herren Doktoren, habe ich zuvor häufig in meinen anatomischen Vorlesungen dargelegt. Diese Lehre, die schon über neun und mehr Jahre in vielen Schaudemonstrationen in eurer Anwesenheit bestätigt und durch Überlegungen und Argumente veranschaulicht, sowie von den Einwänden gelehrtester und erfahrenster Anatomen befreit wurde, habe ich in diesem Büchlein ans Licht gestellt und vor das Angesicht aller gebracht, nachdem es von allen so oft ersehnt, von manchen sogar eingefordert worden ist. Nur wenn ich es Euch,

6

hervorragendste Herren Doktoren, vorlegte, könnte ich hoffen, dass es unversehrt und sicher erscheinen konnte, da ich doch von euch für beinahe alle jene Beobachtungen, aus welchen ich die Wahrheit gewinne oder Fehler widerlege, die meisten auch als vertrauenswürdigen Zeugen anführen kann, die ihr meine Sektionen gesehen und den Schaudemonstrationen, welche ich hier öffentlich zur Anschauung zu bringen pflegte, wohlwollend beizustehen und beizupflichten pflegtet. Und da allein dieses Buch bekräftigt, dass das Blut im Gegegensatz zu dem von unzähligen und dabei den berühmtesten und gelehrtesten Männern über soviele Jahrhunderte begangenen und beschriebenen Pfad seinen neuen Weg durchmisst und wiederum zurückfließt, hegte ich in hohem Maß die Befürchtung, dass es allzu anmaßend erschienen wäre, wenn ich zugelassen hätte, dass dieses Büchlein, obwohl es schon seit einigen Jahren fertiggestellt war, an die Öffentlichkeit gekommen oder über das Meer gefahren wäre, ohne dass ich es zuvor euch vorgelegt, durch die Autopsie bestätigt, euren Zweifeln und Einwänden geantwortet und die prüfende Zustimmung des ehrenvollsten Vorsitzenden erworben hätte. Ich bin allerdings zutiefst überzeugt, dass, wenn ich vor euch und unserem Kollegium, welches durch so viele große und gelehrteste Männer berühmt geworden ist, meinen Vorschlag aufrechterhalten konnte, von anderen zuletzt weniger zu befürchten habe und jene einzigartige Hilfe, die mir

von euch aus Liebe zur Wahrheit zugekommen ist, auch von allen anderen, welche in ähnlicher Weise philosophieren, nicht minder zu erwarten ist. Die wahren Philosophen nämlich, die von Liebe zur Wahrheit und Weisheit entbrannt sind, finden sich niemals so σοφούς (weise) und voll der Erkenntnis oder besitzen eine derart intensive Wahrnehmung, dass sie nicht der Wahrheit, von wem und wann auch immer sie gekommen ist, ihren Platz zuweisen. Sie sind nicht so engstirnig, dass sie glauben, dass, dass jede Kunst und Wissenschaft in allen Aspekten so vollkommen und vollendet von den Alten überliefert wurde, dass für den Fleiß und die Sorgfalt anderer nichts mehr übrig sei: bekennen doch die meisten, dass der größte Teil dessen, was wir wissen, der kleinste unseres Unwissens sei. Und die Philosophen lassen es nicht zu, so den Traditionen und Vorschriften verpflichtet und verfallen zu sein, und geben die Freiheit nicht so weit auf, dass sie den eigenen Augen nicht mehr glauben. Sie sind auch nicht so den Worten der antiken Lehrmeisterin verpflichtet, dass sie die befreundete Wahrheit öffentlich im Stich lassen und vor aller Augen verlassen. Aber so wie sie diejenigen als leichtgäbig und eitel einschätzen, die allem auf den ersten Blick zustimmen und glauben, so halten sie gleichfalls auch jene, die das für die Wahrnehmung Offensichtliche nicht sehen und zur Mittagszeit den Tag nicht erkennen, für einfältig und gefühllos. Und sie lehren nicht minder, dass die Geschichten der Dichter und die Hirngespinnste des Volkes, wie auch die Epoche der Skeptiker am philosophischen Weg vorbeigeht. Ebenso dulden es alle gelehrten, guten und

8

ehrenhaften Menschen niemals, dass ihr Geist von Affekten des Unwillens und des Neides überwältigt wird, sodass sie nicht mit Gleichmut anhörten, was als Wahrheit vorgetragen wird oder eine Sache nicht erkannten, die korrekt demonstriert wurde. Sie halten es nicht für verwerflich, ihre Einstellung, wenn es die Wahrheit und eine offensichtliche Darstellung anrät, zu ändern: sie halten es nicht für unehrenhaft, Irrtümer, seien sie auch noch so alt, zu verwerfen. Denn sie wissen sehr gut, dass es menschlich ist zu irren und sich täuschen und dass es durch Zufall gelingt, viel zu entdecken. Das kann ein jeder von jedem Beliebigen lernen, ein Greis von einem Jüngling, ein Verständiger von einem Dummkopf.

Aber in diesem Traktat, hochgeschätzte Kollegen, wollte ich durch Prüfung und Kritik der Namen, Werke und Lehren anatomischer Autoren und Schriften, durch den Hinweis auf meine Gedächtnisleistungen und nächtlichen Arbeitsleistungen meine umfangreichen Lektüren und große Arbeitsleistung aufzeigen. Einerseits, da ich bekennen will, nicht aus Büchern, sondern aus den Sektionen, nicht aus den Lehren der Philosophen, sondern aus dem Bau der Natur die Anatomie zu lernen und lehren. Andererseits will ich weder jemanden von den Alten um den geschuldeten Ruhm bringen, noch es für gerecht halten oder beabsichtigen, dass jemand von den Späteren provoziert wird. Ich halte es auch nicht für ehrenhaft mit denjenigen, die mich in der Anatomie übertrafen und meine Lehrer waren, zu streiten oder sie sogar zu bekämpfen. Hinzu kommt noch, dass ich niemanden, der sich um die Wahrheit

9

bemüht, absichtlich mit dem Vorwurf des Fehlers brandmarken oder der Schande des Irrtums bezichtigen wollte. Ich verfolge nur die Wahrheit und habe jede Mühe und Anstrengung dafür aufgewendet, dass ich etwas für die guten Menschen Angenehmes, die Gelehrten Zweckmäßiges und für die wissenschaftliche Welt Nützliches hervorbringen könne. Seid begrüßt, hervorragendste Herren Doktoren, und seid eurem Anatomen wohlgesinnt.

William Harvey

Vorwort

in welchem dargestellt wird, dass das, was bislang über die Bewegung und die Funktion des Herzens und der Arterien geschrieben wurde, weniger gesichert ist

Denkt man über die Bewegung, den Puls, die Aktion, die Funktion und den Nutzen des Herzens und der Arterien nach, ist es vorteilhaft, sich klar zu machen, was früher von anderen vermittelt, zu beachten, was allgemein behauptet und was überliefert wurde, damit, was richtig gesagt wurde, bestätigt, und was falsch ist, durch die anatomische Dissektion, eine Vielzahl von Experimenten und sorgfältige, genaue Beobachtung verbessert werden kann.

Beinahe alle Anatomen, Mediziner und Philosophen nehmen bisher mit Galen an, dass die Funktion des Pulses und der Atmung dieselbe sei und sich nur in dem einen Punkt unterschieden, dass jener vom *tierischen*, dieser vom *vitalen* Vermögen sich erhält: die übrigen Aspekte, z. B. was den Nutzen oder was die Art der Bewegung anbelangt, verhielten sich ähnlich. Deshalb behaupten sie wie auch Hieronymus Fabricius ab Aqua Pendente in seinem neulich erschienenen Buch über die Atmung, dass, da der Puls des Herzens und der Arterien nicht ausreichen zur Belüftung und Kühlung, deshalb von der Natur die Lungen um das Herz angelegt wurden. Es ist deshalb offensichtlich, dass, was die Früheren immer über die Systole und Diastole und die Bewegung des Herzens und der Arterien ausgesagt haben, sie dies alles mit Hinblick auf die Lungen überliefert haben.

Da sich aber die Bewegung und der Aufbau des Herzens anders verhalten als die der Lungen, anders die der Arterien als die des Brustkorbs, ist es wahrscheinlich, dass sich daraus unterschiedliche Funktionen und Nutzen ergeben, dass sich der Puls und die Funktion des Herzens und ähnlich die der Arterien von denjenigen des Brustkorbes und der Lungen

11

stark unterscheiden. Wenn nämlich der Puls derselben Funktion diene wie die Atmung und in der Diastole die Arterien in ihre Hohlräume Luft aufnehmen würden (wie man allgemein annimmt) und in der Systole durch Poren des Fleisches und der Haut Verbrennungsrückstände ausschieden, und ebenso im Zeitraum zwischen Systole und Diastole Luft <ausschieden>, dann enthielten sie zu einer beliebigen Zeit <immer> entweder Luft oder *spiritus* oder Verbrennungsrückstände: was würden sie Galen antworten, der ein Buch schrieb, dass von Natur aus Blut und nichts als Blut in den Arterien enthalten sei und natürlich weder *spiritus* oder Luft, wie man aus Experimenten und Schlüssen aus demselben Buch leicht entnehmen kann. Und wenn in der Diastole die Arterien von der aufgenommenen Luft angefüllt werden – bei einem stärkeren Puls kommt eine größere Menge an Luft hinzu – müsste folglich bei Vorliegen eines starken Pulses, wenn man den ganzen Körper in ein Wasser- oder Ölbad tauchte, der Puls entweder sogleich schwächer oder um vieles langsamer sein, da es schwieriger, wenn nicht unmöglich wäre, dass Luft durch den umgebende <Wasser>körper des Bades in die Arterien gelangen könnte. Ähnlich: wenn alle Arterien, die tief gelegenen wie auch die in der Haut, zur selben Zeit und mit der gleichen Schnelligkeit gedehnt werden, wie kann die Luft so leicht und schnell durch die Haut, das Fleisch und den Körperbau in die Tiefe gelangen wie durch die Haut alleine? Und wie zögen die Arterien des Embryos von außen in ihre Hohlräume durch den Bauch der Mutter und der Körper der Gebärmutter Luft? Oder, wie nehmen die Robben, Wale, Delphine, das ganze Geschlecht der Wale und alle Fische in der Diastole und Systole ihrer Arterien mit einem schnellen Puls in der Tiefe des Meeres durch die enorme Wassermasse Luft auf und scheiden sie aus? Zu sagen, sie nehmen die im Wasser gelöste Luft auf und geben ihre Verbrennungsrückstände dahin zurück, ist nicht weit weg von Dichtung. Und wenn in der Systole die Arterien durch die Poren des Fleisches und der Haut die Verbrennungsrückstände aus ihren Hohlräumen austreiben, warum nicht in gleicher Weise die *spiritus*, von denen sie behaupten, dass sie auch in ihnen enthalten seien und die doch viel dünner sind als die Verbrennungsrückstände. Und wenn in der Systole und Diastole die Arterien wie die Lungen bei der Atmung Luft aufnehmen bzw. zurückgeben, warum machen sie das nicht, wenn eine Wunde an den Arterien zugefügt wurde? Es ist offensichtlich, dass

bei einem Schnitt in der Luftröhre durch die Wunde in zwei unterschiedlichen Bewegungsabläufen Luft ein- und austritt. Wird hingegen eine Arterie eröffnet, wird sogleich in einer kontinuierlichen Bewegung mit Kraft das Blut hinausgeschleudert und es ist offensichtlich, dass weder Luft ein- noch austritt. Wenn die Pulse der Arterien die Körperteile kühlen und belüften wie die Lungen das Herz selbst, wie kann man dann allgemein sagen, dass die Arterien vom Herz in die einzelnen Teile das vitale Blut verteilen, welches mit vitalen *spiritus* angefüllt ist, welche die Wärme der Körperteile fördern, den Schlafenden erwecken und sozusagen den Aufgebrauchten wieder auffüllen? Und, wenn man die Arterien abbindet, werden die Körperteile nicht sogleich lahm, kalt und erscheinen sozusagen blass und hören auf ernährt zu werden? Nach Galen tritt dies deshalb ein, weil sie von der Wärme, welche zu allen Teilen vom Herzen her zuströmte, abgeschnitten wurden. Daraus wird ersichtlich, dass die Arterien den Körperteilen eher Wärme zubringen als Kühlung und Belüftung. Weiters, wie zieht die Systole gleichzeitig die *spiritus* vom Herzen an zur Erwärmung der Teile und gleichzeitig von außen eine Kühlung? Zudem, obwohl einige versichern, dass demselben Zweck die Lungen, Arterien und das Herz dienen, behaupten sie dennoch, dass das Herz die Bildungsstätte der *spiritus* sei und die Arterien *spiritus* enthalten und auch weitergeben. Entgegen der Meinung Colombos stellen sie in Abrede, dass die Lungen *spiritus* produzieren oder enthalten. Ja, mit Galen und gegen Erasistratus behaupten sie, dass Blut und nicht *spiritus* in den Arterien enthalten sei. Diese Vorstellungen scheinen sich zu widersprechen und zu widerlegen, sodass alle nicht unbegründet mit Argwohn zu betrachten sind. Dass Blut in den Arterien enthalten ist, und die Arterien allein Blut verteilen, ist sowohl durch das Experiment von Galen als auch bei der Eröffnung einer Arterie und bei Wunden offensichtlich, wenn durch eine einzige durchschnittene Arterie – auch das bestätigt Galen an vielen Stellen – im Zeitraum einer halben Stunde die gesamte Blutmenge aus dem gesamten Körper durch einen großen, heftigen Guss sich entleert. Das Experiment Galens ist folgendes: *Wenn (so schreibt er) man eine Arterie mit einem Faden auf beiden Seiten unterbindet und in der Mitte der Länge nach einschneidet, findet man, dass das, was zwischen beiden Ligaturen in den Arterien enthalten ist, nichts als Blut ist.* Auf diese Weise bewies er, dass sie nur Blut enthalten. Daher können auch wir in ähnlicher Weise schließen: Findet man dasselbe Blut, welches in den Venen,

Galen lib.
quod san-
gui. cont.
in arteriis.

13

die auf gleiche Weise ligiert und eröffnet wurden, enthalten ist, auch in den Arterien (das habe ich bei Verstorbenen und anderen Lebewesen geprüft), können wir mit derselben Überlegung auf ähnliche Weise schließen, dass die Arterien das gleiche Blut wie die Venen und nichts als dasselbe Blut enthalten. Solange einige versuchen, die Schwierigkeiten zu lösen, indem sie behaupten, das Blut sei reich an *spiritus* und arteriell, räumen sie stillschweigend ein, dass es die Aufgabe der Arterien sei, Blut vom Herzen im ganzen Körper zu verteilen und dass die Arterien voll Blut seien: Ein Blut nämlich reich an *spiritus* ist nicht weniger als Blut.

Niemand leugnet, dass Blut insofern es Blut ist, auch das, welches in den Venen fließt, mit *spiritus* angefüllt ist. Wenn also das Blut, welches in den Arterien ist, von einer größeren Menge an *spiritus* strotzt, muss trotzdem angenommen werden, dass die *spiritus* vom Blut untrennbar sind, so auch in den Venen. Und dass Blut und *spiritus* eine einzige Masse ausmachen (wie Serum und Fett in der Milch oder die Wärme in warmem Wasser), durch welche die Arterien gefüllt werden, und die Verteilung dieser Masse vom Herzen die Arterien bewerkstelligen. Und diese Masse ist nichts anderes als das Blut. Wenn sie also sagen, dass dieses Blut in den Arterien aus dem Herzen durch die arterielle Diastole angezogen werde, scheinen sie einzuräumen, dass die Arterien durch ihre Dehnung mit jenem Blut angefüllt werden und nicht mit der Umgebungsluft, wie sie es zuvor behauptet haben: Denn, wenn sie auch sagen, sie würden durch die Luft der Umgebung angefüllt, wie und wann empfangen sie vom Herzen das Blut? Wenn es in der Systole geschehen sollte, so kommt etwas Unmögliches zustande, (nämlich) dass sich die Arterien füllen, während sie sich zusammenziehen oder gefüllt werden und sich nicht ausdehnen. Wenn es aber in der Diastole geschehen sollte, zu zwei verschiedenen Funktionen (sie würden Blut und Luft, Wärme und Kälte gleichzeitig aufnehmen), dann ist das unmöglich. Weiters, wenn sie behaupten, die Diastole des Herzens und der Arterien seien gleichzeitig und so auch die Systole, ist eines davon unmöglich. Wenn zwei Körper, welche derart miteinander verbunden sind, sich beide gleichzeitig ausdehnen, wie kann dann einer vom anderen etwas anziehen, einer vom anderen etwas erhalten? Darüber hinaus ist es vielleicht unmöglich, dass etwas einen anderen Körper so anziehen kann, dass er gedehnt wird, da gedehnt zu werden ein passiver Prozess ist. Es sei denn, er macht dies wie ein Schwamm, der zuvor mit Gewalt von außen zusammengepresst wurde und nun wieder in seine natürliche Form gelangt. Es ist schwer, sich vorzustellen, dass so etwas in den Arterien möglich ist. Dass die Arterien gedehnt werden, weil sie gefüllt werden, so wie Säcke und Schläuche und nicht gefüllt werden, weil sie sich dehnen wie Blasebälge, glaube ich leicht und öffentlich

14

zeigen zu können und glaube es zuvor schon öffentlich gezeigt zu haben. Und dennoch steht dazu im Gegensatz das Experiment Galens aus dem Buch *Quod in arteriis sanguis contineatur*. Er eröffnete der Länge nach eine freigelegte Arterie, führte ein Schilf oder eine hohle, durchlässige Fistel ein, wodurch Blut nicht austreten konnte und die Wunde verschlossen wurde. Er schreibt: *solange es sich so verhält, wird die ganze Arterie pulsieren. Sobald man aber über die Arterie und die Fistel einen Faden zieht und als Schlinge zusammenzieht und derart die Schichten der Arterienwand zusammenzieht, wird man nicht länger die Arterie über die Schlinge hinaus pulsieren sehen*. Ich habe weder das Experiment Galens selbst ausgeführt noch glaube ich, dass man es bei einem lebenden Körper wegen des ungestümen Austrittes des Blutes aus den Arterien in richtiger Weise ausführen kann. Auch wird die Fistel die Wunde ohne Ligatur nicht verschließen und ich zweifle nicht, dass durch den Hohlraum der Fistel Blut noch weiter austreten wird. Trotzdem scheint Galen mit diesem Experiment zu beweisen, dass das Vermögen des Pulsierens über die Schichten der Arterien vom Herzen ausgeht. Und auch, dass die Arterien, solange sie sich erweitern, von jenem pulsatilem Vermögen wiedergefüllt werden, da sie sich wie Blasebalge ausdehnen und nicht wie Schläuche durch die Auffüllung erweitert werden. Bei der Eröffnung der Arterien und bei Wunden ist allerdings das Gegenteil offensichtlich: Blut ergießt sich schlagartig mit Macht aus den Arterien, indem es bald weiter, bald kürzer abwechselnd hervortritt. Der schlagartige Austritt tritt immer in der Diastole der Arterie und nicht in der Systole auf. Woraus klar wird, dass durch den Impuls des Blutes die Arterie gedehnt wird. Diese könnte nämlich, während sie sich erweitert, das Blut nicht mit solcher Kraft auswerfen, eher müsste sie, nach dem, was allgemein über die Funktion der Arterien verbreitet wird, Luft durch die Wunde in sich ziehen. Auch soll uns die Dichte der Arterien-schichten nicht dazu verleiten zu glauben, das pulsatile Vermögen werde vom Herzen über diese Schichten fortgeleitet. Es unterscheiden sich nämlich bei manchen Tieren die Arterien in nichts von den Venen und in den Extremitäten des Menschen und in den kleinen Aufteilungen der Arterien, wie sie im Gehirn und in der Hand usw. vorkommen, kann niemand an Hand der Gefäßschichten Arterien von Venen unterscheiden: bei beiden findet man die gleiche Gefäßwand. Auch findet man bei einem, sei es durch eine Verletzung oder durch Arrosion entstandenen Aneurysma genau die gleiche Pulsation wie in den übrigen

Arterien, obwohl es keine normale Gefäßwand besitzt. Der hochgelehrte Riolan stimmt im 7. Buch seiner Schrift mit mir darin überein. Auch soll niemand deshalb den gleichen Zweck für den Puls und die Atmung annehmen, weil er beobachtet, dass der Puls durch dieselben Ursachen wie auch die Atmung häufiger, stärker und schneller wird, wie beim Laufen, Zorn, Bad oder anderen wärmenden Maßnahmen, wie Galen bemerkt. Dazu steht nicht nur die Erfahrung im Experiment Galens im Gegensatz (Galen ist bemüht, sie abzuschwächen), da durch eine übermäßige Ernährung stärkere Pulse und geringere Atemexkursionen entstehen. Aber es ist auch bei Knaben der Puls schnell, obwohl die Atmung bisweilen langsam ist. Ähnlich sind die Pulse in der Angst, bei Sorgen, Beunruhigung des Geistes und sogar bei fieberhaften Zuständen schnell und häufig, die Atemexkursionen aber langsamer. Solche und ähnliche Ungereimtheiten folgen aus den vorgelegten Meinungen über den Puls und der Funktion der Arterien. Nicht weniger sind vielleicht sogar diejenigen Meinungen, welche über die Funktion und den Puls des Herzens vorgetragen werden, mit den meisten und unlösbarsten Problemen verbunden. Allgemein behauptet man, das Herz sei die Quelle und Produktionsstätte des *spiritus vitalis*, durch welchen es den einzelnen Körperteilen Leben gewährt. Trotzdem lehnen sie ab, dass der rechte Ventrikel *spiritus* produziert, sondern behauptet, dass er lediglich Nährstoffe den Lungen anbietet. Daher behaupten sie, den Fischen fehle deshalb der rechte Ventrikel des Herzens und er fehlt tatsächlich allen, die keine Lunge besitzen: Der rechte Ventrikel sei für die Lungen da.

1. Warum, so frage ich, wenn beide Ventrikel beinahe denselben Aufbau besitzen, die selbe Machart der Fasern, Muskelbündel, Klappen, Gefäße, Herzohren aufweisen und bei der Sektion beide mit dem gleichen Blut gefüllt sind, welches in gleicher Weise dunkelfärbig ist, in gleicher Weise gerinnt: warum, sage ich, sollen wir annehmen, wenn die Tätigkeit und die Bewegung des Pulses für beide die gleichen sind, dass beiden derart unterschiedliche Funktionen zugewiesen wurden? Wenn die drei Tricuspidalklappen am Eingang zum rechten Ventrikel das Blut daran hindern, in die *vena cava* zurückzufließen, und wenn jene drei Semilunarklappen an der Öffnung zur *vena arteriosa* geschaffen wurden, einen Blutrückfluss zu verhindern, warum, wenn es sich im linken Ventrikel ähnlich verhält, stellen wir in Abrede, dass sie in ähnlicher Weise sowohl zur Verhinderung des Aus- als auch Rückflusses geschaffen wurden?

2. Und wenn sie hinsichtlich Größe, Form und Lokalisation, beinahe gänzlich den gleichen Aufbau im linken wie im rechten Ventrikel besitzen, warum nimmt man dann

16

an, dass sie hier ein Hindernis für den Aus- und Rückfluss des *spiritus* darstellen, im rechten aber für den des Blutes sind? Das gleiche Organ scheint nicht gleich effizient den Fluss des Blutes und der *spiritus* hemmen zu können.

3. Und wenn die Bahnen und die Gefäße in Bezug auf die Größe einander gleichen, nämlich die *vena arteriosa* und die *arteria venosa*, warum wird dann einer Struktur eine lokale Funktion, nämlich für Ernährung der Lungen, der anderen aber eine für den ganzen Körper zuerkannt?
4. Und wie ist es wahrscheinlich (wie es Realdus Columbus anmerkt), dass eine derartig große Menge Blutes für die Ernährung der Lunge benötigt wird, obwohl dieses Gefäß, d. h. die *vena arteriosa*, an Größe beide beinversorgenden Äste der absteigenden *vena cava* übertrifft?
5. Und, so frage ich, wenn die Lungen so nahe sind und ein derart weites Gefäß zur Verfügung steht und sie selbst in andauernder Bewegung sind, wozu bedarf der rechte Ventrikel eines Pulses? Und warum ist es für die Natur zur Ernährung der Lungen notwendig, dem Herzen einen zweiten Ventrikel anzufügen?

Wenn man behauptet, dass der linke Ventrikel von den Lungen und vom Inneren des rechten Ventrikels einen Stoff zur Produktion der *spiritus* anzieht – Luft nämlich und Blut – und zugleich in die Aorta ein an *spiritus* reiches Blut verteilt; und dass von dort Verbrennungsrückstände, nämlich über die *arteria venalis*, in die Lungen zurückgegeben werden, von dort aber die *spiritus* in die Aorta; was bewerkstelligt die Trennung beider Vorgänge und dass bald hier oder dort die *spiritus* und Verbrennungsrückstände ohne Mischung oder Vermengung zusammentreffen? Wenn die tricuspide Mitralklappe den Austritt der Verbrennungsrückstände in die Lungen nicht hindert, auf welche Weise verhindert sie den der Luft? Und wie werden die Semilunarklappen den Rückstrom der *spiritus* aus der Aorta in der folgenden Diastole des Herzens verhindern? Überhaupt, wie kann man behaupten, dass über die Lungenvenen ein an *spiritus* reiches Blut vom linken Ventrikel in die Lungen verteilt wird und es nicht unterdessen die trikuspiden Klappen verhindern? Wenn sie betonen, dass Luft über das gleiche Gefäß aus den Lungen den linken Ventrikel einströmt, für dessen Ausstrom sie aber jene trikuspiden Klappen als Hindernis ansehen wollen. Guter Gott! Wie sollen die trikuspiden Klappen ein Hindernis für den Austritt der Luft, aber nicht für den des Blutes sein?

17

Weiters, wenn man die *vena arteriosa*, ein weites, großes Gefäß, welches einen Wandaufbau besitzt, der der einer Arterie entspricht, nur für einen einzigen lokalen Zweck (nämlich zur Ernährung der Lungen) bestimmt: Warum behauptet man dann ernstlich, dass die *arteria venosa*, welche kaum die gleiche Größe aufweist, aber die lockere Schichtung einer weichen Vene besitzt, für viele Zwecke, drei oder vier nämlich, angelegt wurde: man will, dass durch sie Luft von den Lungen in den linken Ventrikel gelangt; man will aber auch, dass in ähnlicher Weise Verbrennungsrückstände vom Herzen in die Lungen durch eben sie zurückkommen; man will zudem, dass ein Teil des an *spiritus* reichen Blutes durch sie vom Herzen den Lungen zu ihrer Wiederbelebung zugeteilt wird.

Wenn sie nun von den Verbrennungsrückstände und der Luft behaupten, dass jene vom Herzen und diese zum Herzen durch dieselbe Röhre hin- bzw. weggeleitet werden: die Natur ist es nicht gewöhnt, nur ein Gefäß und einen Weg für solche unterschiedlichen Bewegungsabläufe und Funktionen auszubilden und man kann es zudem auch nirgends beobachten.

Wenn man versichert, dass Verbrennungsrückstände, dass Luft auf diesem Weg hin- und zurückgelangt wie durch die Bronchien der Lungen, warum können wir dann bei der Sektion in einer herausgeschnittenen oder eröffneten *arteria venosa* weder Luft noch Verbrennungsrückstände finden? Und woher sehen wir immer diese *arteria venosa* von geronnenem Blut angefüllt und niemals mit Luft, obwohl wir in den Lungen auch verbleibende Luft wahrnehmen?

Wenn jemand das Experiment Galens durchführte, die Luftröhre eines noch lebenden Hundes eröffnete, mittels Blasebälgen mit Gewalt die Lungen mit Luft füllte und die geblähten Lungen fest abbinden würde, fände er, wenn der Brustkorb sogleich eröffnet wird, eine Menge Luft in den Lungen bis an deren die äußerste Schicht, aber niemals etwas in der *arteria venosa* oder im linken Ventrikel des Herzens. Wenn in einem lebenden Hund das Herz Luft von den Lungen ansaugen oder die Lungen die Luft übermitteln würden, sollte es in diesem Experiment ganz besonders der Fall sein. Ja, würde jemand bei der anatomischen Übung daran zweifeln, dass Luft über die geblähten Lungen des Leichnams sogleich dorthin gelangt, falls irgendwelche Öffnungen vorhanden wären? Eine derart bedeutsame Funktion schreibt man der *arteria venosa* zu, d. h. dass sie Luft von den Lungen dem Herzen zuführt,

wie Hieronymus ab Aquapendente betont, dass die Lungen für dieses Gefäß geschaffen wurden und das die wesentliche Rolle der Lungen seien.

Aber bitte sehr, wenn die *arteria venosa* für den Transport von Luft geschaffen ist, warum ist dann ihre Konstitution die einer Vene?

Die Natur bedürfte eher Fisteln (und zwar solcher wie es die Bronchien sind), die aus Ringen aufgebaut sind, damit sie immer offenbleiben und nicht kollabieren, und dass sie völlig frei von Blut bleiben, damit die Flüssigkeit den Transport von Luft nicht hindert, wie es offensichtlich der Fall ist, wenn die Lungen wegen des Schleimes, der in die Bronchien eingepfropft oder auch nur ein wenig eingebracht wurde, sich abmühen und ein pfeifendes oder rasselndes Geräusch entsteht, wenn wir atmen.

Noch weniger akzeptabel ist jene Auffassung, die, da sie annimmt, dass eine zweifache Materie (aus Luft und Blut) notwendig sei zur Erzeugung der *spiritus vitales*, behauptet, dass das Blut über unsichtbare Poren in der Herzscheidewand vom rechten in den linken Ventrikel durchsickert und die Luft über ein großes Gefäß – die *arteria venosa* – von den Lungen angezogen wird: und dass daher in der Herzscheidewand viele zur Weiterleitung von Blut geeignete Poren vorhanden sind. Aber, zum Teufel noch einmal, es gibt keine Poren und sie können auch nicht demonstriert werden.

Die Substanz der Herzscheidewand ist nämlich dichter und kompakter als irgendein anderer Teil des Körpers, nimmt man die Knochen und Sehnen aus. Wären aber Öffnungen vorhanden, wie (da sich beide Ventrikel gleichzeitig ausdehnen und erweitern) kann es dann möglich sein, dass einer vom anderen etwas, oder konkret, der linke Blut vom rechten herauszieht? Und warum sollte ich nicht eher annehmen, dass der rechte *spiritus* aus dem linken, als der linke Blut aus dem rechten, über genau die Öffnungen anzieht? Aber es ist eigenartig und sicherlich ungereimt, dass gleichzeitig das Blut über unsichtbare und versteckte Gänge und die Luft über sehr weite Gänge leichter angezogen werde. Und, bitte, warum flüchten sie für den Übertritt von Blut in den linken Ventrikel zu verborgenen, unsichtbaren, ungesicherten und obskuren Poren, wenn ein derart offener Weg über die Lungenvenen vorhanden ist? Ich wundere mich besonders darüber, dass sie lieber über die Herzscheidewand, die dick, hart, dicht und besonders kompakt ist, den Weg machen bzw. sich vorstellen wollen, als über das weite venöse Gefäß oder auch über das Lungengewebe, welches dünn, locker, sehr weich und schwammartig ist. Weiters, wenn das Blut über die Substanz des Septums übertreten oder von den Ventrikeln angesaugt hätte werden können, wozu bedarf es dann noch der ausgespreizten Äster der Kranzvenen und Kranzarterien zur

Ernährung des Septums selbst? Was aber besonders betont werden muss: wenn im Fötus (zu einem Zeitpunkt, wenn alles dünner und weicher ist) die Natur gezwungen war, das Blut

19

von der *vena cava* über das *foramen ovale* und über die *arteria venosa* in den linken Ventrikel zu transportieren: Wie kann es dann wahrscheinlich sein, dass sie es beim Erwachsenen über die durch das Alter schon dichtere Herzscheidewand leicht und ohne Anstrengung fließen läßt?

Andreas Laurentius versichert und betont im 11. Kapitel des 9. Buches, Frage 12 unter Bezugnahme auf das 7. Kapitel des 6. Buches von Galens *De locis affectis* und die Erfahrung von Hollerus, dass Flüssigkeiten aus der Thoraxhöhle und Eiter von Patienten mit Abszedierungen, welche von der *arteria venosa* aufgenommen wurden, über den linken Ventrikel des Herzens und die Arterien mit dem Harn und dem Stuhl des Darmes ausgeschieden werden können. Er erwähnt sogar zur Bestätigung den Fall eines Melancholikers, der häufig an einer Geistesschwäche litt und von einem Anfall durch die Ausscheidung eines trüben, eitrigen und scharfen Harnes geheilt wurde: als er schließlich an dieser Erkrankung starb, fand man bei der Sektion des Leichnams eine Substanz wie diejenige, die er über den Harn ausschied, weder in der Harnblase, noch in den Nieren, aber im linken Ventrikel des Herzens und das meiste in der Brusthöhle. Daher rühmt er sich, eine solche Ursache dieser Affektion vorhergesagt zu haben. Ich kann aber nicht anders, als mich wundern, dass er prophezeite und vorhersagte, dass eine heterogene Masse auf diesem Weg ausgeschieden werden kann, dass er aber weder beobachtete noch behaupten konnte oder wollte, dass auf denselben Wegen das Blut von den Lungen in den linken Ventrikel auf natürliche und passende Weise geleitet wird.

Es ist deshalb aus diesen und anderen ähnlich gearteten Beobachtungen offensichtlich (da das zuvor von meinen Vorgängern über die Bewegung und die Funktion des Herzens und der Arterien gesagt wurde, für denjenigen, der es genauer überlegt, entweder ungereimt und unklar ist oder als unmöglich erscheint), dass es demnach sehr vorteilhaft sein wird, die Sache etwas genauer zu beobachten, die Bewegung der Arterien und des Herzens nicht allein beim Menschen, sondern auch bei allen anderen Tieren, die ein Herz besitzen zu beobachten, ja, sogar bei häufigen Vivisektionen und bei wiederholten Autopsien die Wahrheit zu erkennen und zu untersuchen.

Anatomische
Untersuchung
über die Bewegung des Herzens
und des Blutes bei
Lebewesen

Erstes Kapitel

Die Gründe, durch welche der Autor zum Schreiben bewogen wurde.

Als ich in vielen Vivisektionen, wie sie sich gerade darboten, meine Aufmerksamkeit zuerst der Beobachtung widmete, damit ich die Bewegung des Herzens, seine Funktion und seinen Nutzen bei den Lebewesen durch Autopsie und nicht aus Büchern oder den Schriften anderer erkennen könne, fand ich sogleich eine sehr mühevollle Sache voll von Schwierigkeiten vor, sodass ich beinahe glaubte, um mit Francastorius zu sprechen, die Bewegung des Herzens sei allein Gott bekannt gewesen. Ich konnte nämlich nicht recht unterscheiden, auf welche Weise die Systole oder die Diastole entsteht, noch wann oder wo die Dilatation und Kontraktion auftritt. Der Grund war natürlich die Geschwindigkeit der Bewegung, welche bei vielen Tieren nur für den Zeitraum eines Wimpernschlages, wie beim Leuchten eines Blitzes sichtbar wurde und sich sogleich wieder (der Betrachtung) entzog, sodass ich auf dieser Stelle die Systole, dort die Diastole, sogleich wieder umgekehrt, bald unterschiedliche, bald vermischte Bewegungen zu erkennen glaubte. Daher war ich verwirrt und hatte weder, was ich selbst festlegen, noch was ich anderen glauben konnte. Und ich wunderte mich nicht, dass Andreas Laurentius schrieb, die Bewegung des Herzens sei wie Flut und Ebbe des Euripus des Aristoteles.

Endlich, durch täglich größere und genauere Untersuchungen, durch die häufige

Betrachtung vieler unterschiedlicher lebender Tiere, durch den Vergleich vieler Beobachtungen, war ich zu der Meinung gelangt, der Sache näher gekommen zu sein, mich aus diesem Labyrinth befreit zu haben und entkommen zu sein und zugleich die Bewegung und Funktion des Herzens und der Arterien, was ich erstrebte, genau erkannt zu haben. Ich scheute mich deshalb nicht, nicht nur privat den Freunden, sondern auch öffentlich, in meinen anatomischen Vorlesungen, in akademischer Art und Weise, meine Vorstellung in dieser Sache vorzulegen.

Obwohl dies einigen gefiel (wie es nun einmal ist), gefiel es anderen weniger; diese verrissen und bekrittelten es und rechneten es mir als Fehler an, dass ich von den Lehren und dem Glauben aller Anatomen abgewichen war. Jene bestätigten die neue Lehre, da sie sowohl einer Untersuchung wert sei, als auch in besonderem Maße nützlich sein werde, und forderten, dass sie ihnen noch genauer dargestellt werde. Schließlich war ich durch die Bitten meiner Freunde gezwungen, damit alle teilhaftig meiner Arbeiten würden, teils auch veranlasst durch die Missgunst anderer, die meine Aussagen unwillig aufnahmen, sie aber weniger verstanden und versuchten, mich öffentlich bloßzustellen, diese Ergebnisse der Druckerpresse zu übergeben, damit alle über mich und die Sache selbst ein Urteil abgeben könnten. Dies mache ich umso bereitwilliger, als Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, obwohl er beinahe alle einzelnen Teile der Tiere genau und gelehrt in einem außerordentlichen Traktat skizziert hatte, allein das Herz unberührt ließ; damit schließlich, wenn in diesem Gebiet für die wissenschaftliche Welt aus meiner Arbeit etwas Nutzvolles und Vorteilhaftes hinzukäme, vielleicht auch feststeht, dass icht recht gehandelt habe und die anderen sehen, dass ich nicht völlig untätig gelebt habe. Und dass, was der Alte in der Komödie sagt

*(„Niemals führte jemand so gut mit Überlegung das Leben,
dass nicht Umstände, Alter, Praxis etwas Neues herbeiführten,
an etwas mahnten, sodass du das, was du zu wissen glaubst, nicht mehr weißt,
und was du als ersten Grundsatz gehalten hast, bei der Prüfung ablehnst.“)*

wohl nun möglicherweise in Bezug auf die Bewegung des Herzens eintritt. Oder es werden wenigstens andere daraus, da nun der Weg offensteht, indem sie sich auf glücklichere Talente stützen, die Gelegenheit für die richtigere Ausführung und die bessere Untersuchung der Sache ergreifen.

Zweites Kapitel

Wie auf Grund der Vivisektion die Bewegung des Herzens ist.

Erstens also kann man an den Herzen aller noch lebenden Tiere bei geöffnetem Brustkorb und eröffnetem Herzbeutel, welcher das Herz unmittelbar umgibt, beobachten, dass sich das Herz einmal bewegt, einmal wieder in Ruhe ist, und es einen Zeitpunkt gibt, zu welchem sich das Herz bewegt, und einen, zu welchem es von keiner Bewegung erfasst wird.

Dies ist deutlicher erkennbar an Herzen kaltblütiger Tiere, wie der Kröte, den Schlangen, Fröschen, Schnecken, Krebsen, Muscheln mit Schalen, Krabben und allen kleinen Fischen.

Es wird zudem alles noch deutlicher an den Herzen warmblütigerer Tiere, wie des Hundes und des Schweines, wenn man sie aufmerksam bis zu dem Augenblick beobachtet, an dem das Herz zu sterben und sich langsamer zu bewegen und sozusagen zugrunde zu gehen beginnt: Dann nämlich wird man klar und deutlich erkennen können, dass seine Bewegungen langsamer und seltener werden und längere Pausen auftreten und es kann bequemer beobachtet und entschieden werden, um welche Bewegung es sich handelt und wie sie vor sich geht. In der Ruhe ist das Herz wie im Tode: schlaff, matt, kraftlos und fällt gleichsam in sich zusammen.

Bei der Bewegung und in der Zeitspanne, in der es sich bewegt, sind vor allem drei Aspekte zu beachten.

- I. Dass sich das Herz aufbäumt und sich zur Herzspitze hin aufrichtet, so, dass es zu jenem Zeitpunkt an den Brustkorb stößt und der Puls außen wahrgenommen werden kann.
- II. Dass es sich überall kontrahiert, stärker aber an der Seite, derart, dass es kleiner, aber länger und kontrahiert erscheint. Das einem Aal entnommene und auf einen Tisch oder die Handfläche gelegte Herz zeigt dies klar. In gleicher Weise wird es beim Herzen kleiner Fische und bei den kälteren Tieren, deren Herz konisch oder länglich ist, sichtbar.
- III. Umfasst man mit der Hand ein Herz zu der Zeit, wenn es sich bewegt, wird es härter. Jene Verhärtung entsteht aber durch die Kontraktion derart, wie wenn man mit der Hand die Muskeln in der Ellenbeuge presst, während man die Finger bewegt. Man nimmt eine Zunahme der Festigkeit wahr, wenn jene angespannt werden.
- IV. Darüber hinaus ist zu bemerken, dass bei Fischen und kaltblütigeren Tieren wie Schlangen, Fröschen usw. festgestellt werden kann, dass das Herz zu dem Zeitpunkt, an dem es sich bewegt, blasser ist, wenn es aber in Ruhe ohne Bewegung ist, von der Farbe des Blutes gesättigt ist.

Aus diesen Beobachtungen schien mir klar zu sein, dass die Bewegung des Herzens eine Art allseitiger Anspannung entlang des Verlaufes aller Fasern und ein Zusammenziehen von allen Seiten ist, da es sich bei jeder Bewegung aufzurichten, zu verfestigen, zu verkleinern und zu verhärten schien. Seine Bewegung scheint wie die der Muskeln während der Kontraktion entlang der Sehnen und Muskelfasern zu sein. Wenn sich nämlich die Muskeln aktiv bewegen, verfestigen sie sich, ziehen sich zusammen, ihre weiche Konsistenz wird hart, richten sich auf, werden dicker, und ähnlich auch das Herz.

Aus diesen Beobachtungen folgt für den Verstand naturgemäß, dass das Herz zu dem Zeitpunkt, an dem es sich bewegt, sich überall zusammenzieht und entlang der Wände verdickt: dass es sich entlang der Herzkammern zusammenzieht und das enthaltene Blut auswirft. Das wird aus der vierten Beobachtung ausreichend klar, da es in seiner eigenen Anspannung, weil es das zuvor in ihm enthaltene Blut ausgepresst hat, ablasst und neuerlich in der Entspannung und in der Ruhe, nachdem aufs Neue Blut in die Herzkammer eingetreten ist,

die purpurrote, blutige Farbe des Herzens zurückkehrt. Aber niemand wird weiter daran zweifeln können, wenn er das enthaltene Blut mit Heftigkeit bei den einzelnen Bewegungen oder bei den Pulsationen des Herzens, bei seiner Anspannung austreten sieht, nachdem in den Hohlraum der Herzkammer eine Verletzung gesetzt wurde.

Gleichzeitig also und zum selben Zeitpunkt geschieht dies, die Anspannung des Herzens, die Aufrichtung der Herzspitze, der Puls, welcher außen wahrgenommen wird durch das Anstoßen des Herzens an die Brustwand, die Verdickung der Wände und der mit Heftigkeit erfolgende Auswurf des enthaltenen Blutes durch die Kontraktion der Herzkammern.

Daraus wird das genaue Gegenteil der gängigen Meinung offenbar: man glaubt, dass zu der Zeit, wenn das Herz an die Brustwand anschlägt und außen der Puls wahrgenommen wird, sich gleichzeitig das Herz im Bereich der Kammern dehnt und mit Blut gefüllt wird, obwohl man erkennen kann, dass sich die Sache umgekehrt verhält, nämlich, dass sich das Herz während der Kontraktion entleert. Deshalb ist die Bewegung, die allgemein als Diastole des Herzens betrachtet wird, in Wahrheit die Systole. Und ähnlich, die dem Herzen eigentümliche Bewegung ist nicht die Diastole, sondern die Systole, und nicht in der Diastole verfestigt sich das Herz, sondern in der Systole. Dann nämlich, wenn sich das Herz anspannt, bewegt es sich und verhärtet es sich.

Es kann keinesfalls jener Meinung zugestimmt werden, obwohl sie durch ein vom unsterblichen Vesalius aufgeführtes Modell bekräftigt wurde, nämlich <das Modell> eines zirkulären Geflechts, das aus vielen Binsen pyramidenartig verbunden ist, dass das Herz nur entlang der geraden Fasern bewegt werde und so, während sich die Herzspitze der Basis annähert, die Seitenwände sich in Form einer Kugel dehnen und die Hohlräume sich erweitern, die Ventrikel die Form eines Schröpfkopfes annehmen und das Blut aufnehmen – das Herz spannt sich nämlich gleichzeitig entlang aller der Ausrichtungen der Fasern an, die es besitzt, zieht sich zusammen und verdickt und dehnt die Wände und die Substanz <der Muskeln> in einem größeren Ausmaß als die Ventrikel. Wenn die Fasern von der Spitze zur Basis angespannt werden und das Herz zugleich an die Basis ziehen, streben die Seiten des Herzens nicht kreisförmig nach außen. Es tritt eher das Gegenteil ein, sodass sich jede Faser in zirkulärer Position, während sie sich kontrahiert, gerade ausrichtet. Und wie sich alle Muskelfasern in der Längsrichtung verkürzen, so dehnen sie sich entlang der Seiten und

verdichten sich auf die gleiche Weise wie bei den Muskelbäuchen. Die Kontraktion der Ventrikel geht bei der Bewegung des Herzens nicht nur in der Richtung und über die Verdickung der Wände vor sich geht, sondern auch dadurch, dass, wenn sich jene Fasern oder Muskelbänder, in denen nur gerade Fasern vorhanden sind (in den Wänden sind alle Fasern nämlich zirkulär) und welche von Aristoteles Sehnen genannt werden – diese Abart kommt in den Ventrikeln der Herzen größerer Tiere vor – gemeinsam durch einen bewundernswerten Vorgang verkürzen, alle Innenwände wie durch eine Schlinge untereinander zusammengedrängt werden, damit das enthaltene Blut mit größerer Kraft ausgeworfen werde.

Auf ähnliche Weise ist es falsch, wenn allgemein angenommen wird, dass das Herz bei einer seiner Bewegungen oder bei seiner Dehnung Blut in die Venrikel zieht. Wenn es sich nämlich bewegt und anspannt, wirft es das Blut aus. Wenn es erschlafft und sich entspannt, nimmt es Blut in der Weise auf, wie später klar werden wird.

Drittes Kapitel

Die Art der Bewegung der Arterien, nach der Beobachtung durch die Vivisektion.

Darüber hinaus müsse bei der Beobachtung der Bewegung des Herzens noch die Aspekte, die die Bewegung der Arterien und die Pulse betreffen, beachtet werden.

1. Zu dem Zeitpunkt, zu dem sich das Herz anspannt, kontrahiert und an den Brustkorb anschlägt, d. h. in der Systole, dehnen sich die Arterien, verursachen den Puls und befinden sich in ihrer Diastole. Ähnlich, zu der Zeit, zu der sich der rechte Ventrikel kontrahiert und das enthaltene Blut auswirft, pulsiert die *vena arteriosa* und dehnt sich gleichzeitig mit den übrigen Arterien des Körpers.
2. Wenn der linke Ventrikel aufhört sich zu bewegen, zu pulsieren und zu kontrahieren, hört der Puls der Arterien auf. Ja, wenn er sich mit geringerer Kraft anspannt, ist der Puls in den Arterien kaum wahrnehmbar. Und ähnlich, wenn der rechte Ventrikel aufhört sich zu bewegen, in der *vena arteriosa*.
3. Ebenso, wird irgendeine Arterie aufgeschnitten oder eröffnet, wird Blut aus der Wunde mit Heftigkeit während der Anspannung des linken Ventrikels nach außen ausgeworfen. Ähnlich, wird die *arteria venosa* zu dem Zeitpunkt aufgeschnitten, zu dem sich der rechte Ventrikel anspannt und kontrahiert, wird man hierauf Blut mit Kraft herauspritzen sehen.

Ähnlich wird bei Fischen, wenn man das Gefäß, welches vom Herzen zu den Kiemen führt, einschneidet, zu dem Zeitpunkt, wenn man die Anspannung und Kontraktion des Herzens sieht, gleichzeitig Blut mit Heftigkeit ausgeworfen.

Ähnlich schließlich, wenn bei jeder Eröffnung einer Arterie Blut pulsförmig einmal weiter, einmal kürzer herausspritzt, wird man erkennen, dass der Blutaustritt in der Diastole der Arterien, zu dem Zeitpunkt, wenn das Herz an der Brustwand anschlägt, auftritt. Und dies zeigt sich natürlich zu dem Zeitpunkt, wenn sich das Herz anspannt und kontrahiert, und das Blut wird in seiner systolischen Aufrichtung gleichzeitig mit der gleichen Bewegung ausgeworfen.

Daraus wird klar, dass entgegen der allgemeinen Lehrmeinung die Diastole der Arterien zum Zeitpunkt der Systole des Herzens auftritt und dass die Arterien wegen des durch die Kontraktion der Ventrikel bewirkten Einstromes und Einpressens des Blutes wieder aufgefüllt und gedehnt werden. Ja, dass die Arterien gedehnt werden, weil sie wie Schläuche oder eine Blase wieder aufgefüllt werden, und nicht aufgefüllt werden, weil sie sich dehnen wie Blasebälge. Und aus dem gleichen Grund pulsieren die Arterien des gesamten Körpers, nämlich durch die Anspannung des linken Ventrikels des Herzens, wie in gleicher Weise die *vena arteriosa* durch die des rechten Ventrikels.

25

Schließlich, der Puls der Arterien entsteht durch den Impuls des Blutes vom linken Ventrikel auf die gleiche Weise, wie wenn jemand in einen Handschuh bläst und alle Finger gleichzeitig gemeinsam sich ausdehnen und einen Puls nachahmen. Denn, entsprechend der Anspannung des Herzens, entstehen in gleicher Weise größere, stärkere, häufige und schnelle Pulsaktionen, die den Rhythmus, die Größe und Ordnung bewahren, und es ist nicht zu erwarten, dass wegen der Bewegung des Blutes ein Zeitraum zwischen der Kontraktion des Herzens und der Dilatation der Arterien (besonders der weiter entfernten) eintritt und sie nicht gleichzeitig auftreten. Es verhält sich nämlich in gleicher Weise wie beim Aufblasen eines Handschuhes oder einer Blase, sodass durch einen gefüllten Raum (wie in einer Trommel und bei einem länglichen Holz) der Schlag und die Bewegung gleichzeitig an beiden Enden auftreten und Aristoteles bemerkt: *es pulsiert das Blut in den Venen (er meint die Arterien) aller Tiere und es wird durch den Puls gleichzeitig überall bewegt. So pulsieren alle Venen und gleichzeitig abwechselnd, da alle vom Herzen abhängen. Es bewegt immer und deshalb auch immer jene und gleichzeitig abwechselnd, wenn es sich bewegt.*

3. Anim.
cap.9.
De respir.
cap.15.

Mit Galen muss angemerkt werden, dass von den alten Philosophen die Arterien als Venen bezeichnet worden sind. Es hat sich einmal ergeben, dass ich einen Fall sah und in meinen Händen hatte, der mir diese Wahrheit sehr klar bestätigte. Er hatte einen riesigen pulsierenden Tumor, welcher Aneurysma bezeichnet wird, an der rechten Halsseite nahe am Abgang der Arteria subclavia in die Achselhöhle und von einer Erosion jener Arterie seinen Ursprung nahm (dieser Tumor nahm täglich an Größe zu) und er dehnte sich durch den Zufluss von Blut aus der Arterie bei jedem Pulsschlag aus (das konnte man bei der Sektion der Leiche nach dem Tode erkennen); bei ihm war der Puls in derselben Arterie ungemein schwach, da der größere Teil des Blutes und Einstrom in den Tumor abgezweigt und so abgetrennt wurde.

Deshalb pulsieren die distalen Arterienabschnitte weniger, wann immer der Blut durch die Arterien, sei es durch Kompression, durch einen Infarkt oder durch eine Unterbindung, zuvor gehindert wird, da der Arterienpuls nichts anderes als der Impuls des Blutes in die Arterien ist.

Viertes Kapitel

Die Bewegung des Herzens und der Herzohren, wie sie in der Vivisektion erscheint.

Neben diesen Aspekten der Bewegung des Herzens, muss man die beachten, die die Funktion der Herzohren betreffen.

Die überaus gelehrten und erfahrenen Anatomen Kaspar Bauhin und Jean Riolan haben

beobachtet und geben zu bedenken, dass man bei der genauen Beobachtung der Bewegung des Herzens bei der Vivisektion vier Bewegungsabläufe, die sich durch Ort und Zeitpunkt unterscheiden, erkennt: zwei davon sind den *auriculae*, zwei den Ventrikeln eigen. Mit Erlaubnis dieser bedeutenden Männer darf ich aber sagen, dass es vier Bewegungen sind, die sich durch den Ort, aber nicht durch den Zeitpunkt unterscheiden. Gleichzeitig bewegen sich nämlich beide *auriculae* und gleichzeitig beide Herzkammern, sodass es vier durch den Ort ihres Auftretens verschiedene Bewegungen sind, die aber nur an zwei Zeitpunkten auftreten. Und auf folgende Weise laufen sie ab:

Zwei Bewegungen treten sozusagen zur gleichen Zeit auf, eine im Bereich der *auriculae*, die andere im Bereich der Ventrikel selbst. Sie sind allerdings überhaupt nicht gleichzeitig: die Bewegung der *auriculae* tritt zuvor auf und darauf folgt die des Herzens und es scheint die Bewegung von den *auriculae* ihren Ausgang zu nehmen und sich in die Ventrikel fortzusetzen. Wenn beim sterbenden Herzen bei Fischen und bei kaltblütigeren Tieren alles langsamer abläuft, tritt zwischen diesen beiden Bewegungen ein gewisses Zeitintervall der Ruhe auf, sodass das Herz sozusagen erregt wird und auf die Bewegung manchmal schneller, manchmal langsamer zu reagieren scheint. Schließlich hört es beim Eintreten des Todes auf, mit einer eigenen Bewegung zu antworten und am Ende nickt es sozusagen leicht mit dem Kopf und bewegt sich so ungewöhnlich, dass es eher scheint, dass es der pulsierenden *auricula* ein Zeichen zur Bewegung gibt. So hört das Herz früher als die *auriculae* zu schlagen auf, sodass man sagt, dass die *auriculae* überleben. Und als erster von allen hört der linke Ventrikel zu schlagen auf, dann seine *auricula*, schließlich der rechte Ventrikel und zuletzt (das hat auch Galen bemerkt), nachdem alles andere aufgehört hat zu schlagen und gestorben ist, pulsiert der rechte Ventrikel weiter, sodass zuletzt in der rechten *auricula* das Leben zurückzubleiben scheint. Und während das Herz allmählich stirbt, kann man nach zwei oder drei Pulsschlägen der Vorhöfe manchmal das Herz sozusagen erwacht reagieren sehen und einen Pulsschlag langsam und schwach ausführen und erzeugen.

Aber es ist besonders bemerkenswert, dass, wenn das Herz zu schlagen aufgehört hat, die *auricula* aber noch pulsiert und man den Finger über die Kammer des Herzens legt, die einzelnen Pulsschläge deutlich in den Ventrikeln in derselben Weise wahrgenommen werden, wie die Pulsationen der Ventrikel in den Arterien gefühlt werden, wie wir früher gesagt haben: da natürlich durch den Impuls des Blutes eine Dehnung hervorgerufen wurde. Und

wenn man zu diesem Zeitpunkt, da das Herzohr alleine schlägt, mit einer Schere die Herzspitze abschneidet, wird man sehen, dass hierauf mit den einzelnen Schlägen des Herzohres Blut herausfließt. Es wird somit hieraus klar, wie das Blut in die Herzkammern eintritt – nicht dadurch, dass es angezogen werde, oder durch eine Dehnung des Herzens, sondern es wird durch einen Pulsschlag der *auriculae* eingebracht.

Es muss immer betont werden, dass alle genannten Pulsationen – sowohl in den *auriculae*, als auch in den Herzkammern – Kontraktionen sind. Und dass man natürlich zuerst sieht, dass sich die *auriculae* kontrahieren und als Konsequenz das Herz selbst. Die *auriculae* werden nämlich, während sie sich bewegen und pulsieren, blasser, insbesondere, wenn sie mit wenig Blut

gefüllt werden (sie werden aber wie eine Vorratskammer oder ein Blutsee gefüllt, durch eine spontane Neigung des Blutes und durch einen zentripetalen Druck der Venen). Ja, selbst an ihren äußersten Enden tritt diese Ablassung bei der Kontraktion auf bzw. erscheint dort am stärksten.

Bei Fischen, Fröschen und ähnlichen Tieren (sie haben eine einzige Herzkammer und anstatt des Herzohres eine Blase an der Basis des Herzens, die mit Blut vollgefüllt ist) sieht man diese Blase sich zuerst kontrahieren, und dann folgt sehr deutlich eine Kontraktion des Herzens.

Allerdings sollen auch Beobachtungen von mir, die dazu im Gegensatz stehen, hier angefügt werden. Das entnommene Herz eines Aals, bestimmter Fische und Tiere pulsiert auch ohne *auriculae*. Ja, wenn man es in Stücke schneidet, wird man die getrennten Teile sich jeweils so kontrahieren und erschlaffen sehen, dass bei ihnen nach dem Ende der Bewegung der *auriculae* der Herzkörper die Pulsation ausführt und den Puls verursacht. Ist das vielleicht eigen für lebendigere Tiere, deren feuchtes Lebensprinzip eher schleimig, fett und träge und nicht so leicht auflösbar ist? Die Beobachtung macht man auch beim Muskel des Aals, welcher nach Enthäutung, Entnahme aus dem Körper und Zerschneidung in Stücke die Bewegung bewahrt.

In der Tat habe ich in einem Experiment mit einer Taube, nachdem das Herz ganz zu schlagen aufgehört hatte und dann auch die Herzohren die Bewegung beendet hatten, für einige Zeit einen mit Speichel befeuchteten und warmen Finger dem Herzen aufgelegt und dort belassen: Als es durch diesen Umschlag sozusagen die erlangte die angestammten Kräfte und das Leben wieder erlangt hatte, bewegte sich das Herz und seine *auricula*, kontrahierten sich und erschlafften und schienen sozusagen aus der Unterwelt zurückgerufen.

Von mir wurde aber zudem einige Male beobachtet, dass, nachdem das Herz selbst und auch seine rechte *auricula* die Pulsation gleichsam im Augenblick des Todes beendeten, im Blut selbst, welches in der rechten *auricula* enthalten war, eindeutig eine eigentümliche Bewegung, eine Einschwemmung und gewisse Pulsation zurückblieb, natürlich nur so lange, als es von Wärme und *spiritus* erfüllt schien.

Derartiges wird sehr klar innerhalb von sieben Tagen ab der Bebrütung in der ersten Phase der Entwicklung im Hühnerei sichtbar. Es ist zuerst vor allem anderen ein pulsierender Blutstropfen vorhanden (das hat auch Aristoteles angemerkt), daraus entstehen im Laufe der Entwicklung und teilweisen Ausbildung des Kückens die *auriculae*. Diese pulsieren und es ist immer Leben in ihnen. Beginnt sich nach einigen Tagen der Körper abzuzeichnen, dann wird auch der Körper des Herzens vorgebildet und erscheint einige Tage lang weißlich und blutlos wie der restliche Körper. Er produziert keinen Puls und keine

Bewegung. Ja, ich habe sogar bei einem menschlichen Fötus ungefähr am Beginn des dritten Monats ein ähnlich geformtes, aber weißliches und blutleeres Herz gesehen, in dessen *auriculae* aber dennoch sehr viel rotes Blut enthalten war. Wenn nämlich im Ei der Fötus an Größe zunimmt und sich ausformt, vergrößert sich auch das Herz und beginnt Kammern auszubilden, mit deren Hilfe es dann das Blut aufnimmt und weitersendet.

Und so könnte man, wenn man es genauer betrachten wollte, sagen, dass nicht nur das Herz zuerst am Leben ist und als Letztes stirbt, sondern die *auriculae* (oder welcher Teil bei den Schlangen, Fischen und Tieren dieser Art der *auricula* entspricht) und dass sie früher als das Herz selbst belebt sind und nach ihm sterben.

Allerdings kann man zweifeln, ob das Blut selbst oder der *spiritus* schon früher in sich die eigenartige Pulsation besitzt, welche es mir nach dem Tode zu behalten schien, oder ob man sagen soll, dass mit der Pulsation das Leben beginnt. Allerdings gehen sowohl der Samen aller Tiere (wie Aristoteles bemerkt) als auch der *spiritus prolificus* aus einer Pulsation hervor, so als wären sie ein Tier. So vollführt die Natur im Tode sozusagen durch die Ausführung eines geplanten Ablaufes eine Rückführung (so Aristoteles). Durch eine rückläufige Bewegung vom Ziel zum Anfang zieht sie sich dorthin zurück, von wo sie aufgebrochen ist. Und da die Entwicklung des Tieres von einem Nichttier zum Tier fortschreitet, gleichsam vom Nichtsein ins Sein, entwickelt sich der Verfall mit gleichen Schritten verkehrt aus dem Sein ins Nichtsein zurück. Deshalb geht bei den Tieren, was zuletzt entsteht, als erstes zugrunde und was als erstes zuletzt.

De motu
animalium
cap.8.

Ich habe auch beobachtet, dass ein Herz beinahe bei allen Tieren tatsächlich vorhanden ist und nicht nur (wie Aristoteles sagt) bei den größeren und bluthaltigen, sondern auch bei kleineren, blutlosen, Krustazeen, manchen Testazeen, wie Nacktschnecken, Schnecken, Muscheln, Krebsen, Hummer, Garnelen und vielen anderen. Ja, sogar bei den Wespen, Hornissen und Fliegen habe ich (mit Hilfe einer Lupe, um kleine Strukturen zu unterscheiden) an der Oberfläche des Teiles, welcher als Schwanz bezeichnet wird, ein pulsierendes Herz gesehen und habe es anderen zur Darstellung gebracht.

In blutlosen Tieren bewegt sich das Herz mit spärlichen Schlägen sehr langsam, so, wie es bei anderen Tieren geschieht, wenn sie sterben. Es zieht sich träge zusammen, wie es leicht bei

Schnecken beobachtet werden kann. Ihr Herz – führt man eine Sektion an der höchsten Stelle, neben dem Teil durch, welcher der Leber entspricht – kann man am Grund jener Öffnung an der rechten Seite erkennen, welche sich zum Zwecke der Atmung zu öffnen und zu schließen scheint und woraus sie Speichel ausscheidet.

Aber anzumerken ist auch, dass im Winter und bei kälteren Witterungen einige blutlose Tiere (wie z.B. die Schnecke) kein pulsierendes Organ haben, sondern mehr das Leben einer Pflanze zu führen scheinen, wie auch die übrigen, welche deshalb Pflanzentiere genannt werden.

29

Bemerkt werden muss außerdem, dass alle Tiere, die ein Herz haben, auch *auriculae* besitzen oder analoge Organe. Und überall, wo ein Herz mit zwei Kammern vorliegt, sind immer auch zwei *auriculae* vorhanden, nicht aber das Gegenteil. Wenn man sich aber der Ausbildung des Kückens im Ei zuwendet: Zuerst ist, wie ich gesagt habe, nur ein Bläschen, oder ein Öhrchen, oder ein pulsierender Blutstropfen vorhanden, später bildet sich durch das Wachstum das Herz aus. So ist bei manchen Tieren (solchen, welche sozusagen eine weitergehende Entwicklung nicht erreichen) lediglich ein pulsierendes Bläschen, wie ein roter oder weißer Punkt gleichsam als Anfang des Lebens vorhanden: dies ist bei den Bienen, Wespen, Schnecken, Garnelen, Hummern und anderen der Fall.

Es gibt hier bei uns eine sehr kleine Garnele (diese wird im Englischen „a Shrimp“, im Belgischen „een Herneel“ bezeichnet), sie pflegt im Meer und in der Themse gefangen zu werden, ihr Körper ist gänzlich durchsichtig. Diese habe ich häufig in Wasser eingelegt und für manche meiner liebsten Freunde zur Beobachtung aufbereitet, damit wir die Bewegung des Herzens jenes Tierchens auf das genaueste beobachten konnten, während die äußeren Teile seines Körpers kein Hindernis für die Betrachtung waren, sodass wir die Pulsation des Herzens gleichsam durch ein Fenster beobachteten.

Bei einem Hühnerei habe ich vier oder fünf Tage ab der Bebrütung zuerst Rudimente eines Kückens wie einen kleinen Nebelfleck zur Betrachtung dargestellt. Das natürlich bei einem Ei, dessen Schale entfernt wurde und welches in ein klares, warmes Wasser getaucht wurde. Der blutige, pulsierende Punkt in der Mitte dieses Nebelfleckes war derart klein, dass er in der Kontraktion verschwand und nicht mehr sichtbar war. In der Erschlaffung erschien er gleichsam als rötliche Nadelspitze: auf eine Weise, dass er zwischen gesehen zu werden und nicht gesehen zu werden, gleichsam zwischen Sein und Nichtsein, die Pulsation und den Anfang des Lebens ausführte.

Fünftes Kapitel

Die Bewegung, Aktion und Funktion des Herzens.

Auf Grund dieser und ähnlicher Beobachtungen bin ich überzeugt, dass man endlich erkennen wird, dass die Bewegung des Herzens auf diese Art vor sich geht:

Zuerst kontrahiert sich die *auricula* und injiziert bei dieser Kontraktion das enthaltene Blut (wovon sie gleichsam als Kopf der Venen, als Vorratskammer des Blutes und Zisterne im Überfluss hat) in den Ventrikel des Herzens; nachdem es angefüllt wurde, hebt sich das Herz an, spannt sogleich alle Fasern an, zieht die Ventrikel zusammen und bewirkt den Puls. Durch diesen Puls treibt es kontinuierlich das vom Herzohr eingebrachte Blut in die Arterien – der rechte Ventrikel über jenes Gefäß, welches *vena arteriosa* genannt wird, aber tatsächlich

seiner Konstitution und Funktion nach in allem eine Arterie ist, in die Lungen; der linke Ventrikel in die Aorta und über die Arterien in den gesamten Körper.

Diese zwei Bewegungen – die eine der Herzohren, die andere der Kammern – folgen derart aufeinander und bewahren dabei gleichsam die Harmonie und den Rhythmus, dass beide gleichzeitig entstehen, aber nur eine einzige Bewegung erscheint. Dies besonders bei wärmeren Tieren, wenn sie durch eine schnellere Bewegung angetrieben werden. Dies läuft nicht anders ab als bei Maschinen, wenn ein Rad ein anderes bewegt und alle sich gleichzeitig zu bewegen scheinen, und bei jenem mechanischen Gebilde, welches man an die Musketen anpasst und wo durch die Kompression eines Hahnes der Feuerstein fällt, den Stahl trifft und antreibt: Feuer wird hervorgebracht, welches in das Pulver fällt, das Pulver entzündet sich, schreitet innen weiter fort, explodiert, die Kugel fliegt heraus und durchschlägt das Ziel. Alle diese Bewegungen zeigen sich wegen der Schnelligkeit gleichzeitig in einem Augenblick. So auch beim Schluckakt: durch ein Anheben der Wurzel der Zunge und eine Kompression des Mundes wird die Speise oder der Trank in den Schlund hinabgedrängt, der Kehlkopf durch seine eigenen Muskeln und durch den Kehldeckel verschlossen. Der oberste Teil der Speiseröhre wird angehoben und öffnet sich durch seine Muskeln nicht anders als ein Sack, der zum Füllen angehoben und zur Aufnahme ausgebreitet wird. Die aufgenommene Speise oder der Trank werden durch quer verlaufende Muskeln hinabgedrängt und durch längs verlaufende angezogen. Und dennoch scheinen alle diese Bewegungen, welche von verschiedenen, unterschiedlichen Organen ausgeführt werden, wenn sie in Harmonie und Ordnung entstehen, eine Bewegung und eine Aktion auszuführen, welche wir den Schluckakt nennen.

So geschieht es offensichtlich auch in der Bewegung und Aktion des Herzens, welche eine Art Schluckakt und Hinübergießen des Blutes von den Venen in die Arterien ist. Und wenn jemand (während er dies bedenkt) die Bewegung des Herzens aufmerksam bei der Vivisektion betrachtet, wird er sehen, dass nicht nur, was ich erwähnt habe, das Herz sich aufrichtet und eine kontinuierliche Bewegung mit den *auriculae* auftritt, sondern, dass ein gewisses Überströmen und eine ungewöhnliche seitliche Abweichung in Richtung auf den rechten Ventrikel entsteht, als ob es sich leicht verdrehen würde und dabei seine Funktion ausübe. Und wie man, wenn ein Pferd trinkt und das Wasser hinabschluckt, beobachten kann, dass das Wasser durch die einzelnen Kontraktionen der Speiseröhre aufgenommen und in den

Magen transportiert wird – diese Bewegung macht ein Geräusch und verursacht einen Impuls, welcher gehört und getastet werden kann – entsteht ein Puls, wenn mit dieser Bewegung des Herzens ein Überführen eines Teils des Blutes von den Venen in die Arterien auftritt, den man am Brustkorb abhören kann.

Die Bewegung des Herzens ist überhaupt von dieser Art und die eine Aktion des Herzens ist eben das Überführen des Blutes selbst und das Vortreiben über Vermittlung der Arterien in die Extremitäten. Es ist also der Puls, den wir in den Arterien tasten, nichts anderes als ein Impuls des Blutes durch das Herz.

Ob das Herz eine andere Wirkung auf das Blut ausübt als den Transport, die lokale Bewegung, wie z. B. Wärmeproduktion, Generation des *spiritus*, oder um es zu vervollkommen, muss später untersucht und aus anderen Beobachtungen abgeleitet werden. An diesem Punkt genügt es, dass klar gezeigt wurde, dass mit dem Herzschlag das Blut transportiert und über die Ventrikel des Herzens aus den Venen in die Arterien übergeführt und in den gesamten Körper verteilt wird.

Aber dem stimmen alle in gewisser Weise zu und leiten es vom Aufbau des Herzens, von der Anordnung, Lage und Funktion der Klappen ab. Aber sie scheinen wie bei einer unklaren Sache verunsichert und geblendet: verschiedene, leicht unterschiedliche und nicht zusammenhängende Vorstellungen konstruieren sie und nur auf Vermutungen stützend behaupten sie das meiste, wie zuvor gezeigt worden ist.

Der wichtigste Grund für die Unschlüssigkeit und die Irrungen in dieser Hinsicht scheint mir ein einziger zu sein: die enge Verbindung von Herz und Lunge beim Menschen. Als sie beobachtet hatte, dass die *vena arteriosa* und in gleicher Weise die *arteria venosa* dort in den Lungen verschwinden, war ihnen völlig unklar, woher und auf welche Weise der rechte Ventrikel das Blut im Körper verteilt, oder der linke aus der großen Hohlvene das Blut entziehe. Das bestätigen die Worte Galens (als er gegen Erasistratus über den Ursprung und die Funktion der Venen und die Kochung des Blutes herzieht): *„ihr werdet antworten (spricht er), dass es sich so verhält: dass in der Leber das Blut vorbereitet wird und von da in das Herz gebracht wird, wo es dann die noch ausstündige vollständige Perfektion erhalten wird. Das scheint in der Tat nicht unvernünftig zu sein: es kann nämlich kein perfektes und großes Werk plötzlich durch eine einzige Anstrengung entstehen und seine ganze Ausbildung durch ein einziges Werkzeug gewinnen. Wenn es so ist, zeigt uns ein anderes Gefäß, welches vom Herzen ein völlig perfektes Blut wegführt und wie die Arterie den spiritus selbst im gesamten Körper verteilt.“* D. h., Galen hatte eine rationale begründete Meinung nicht gutgeheißen und verworfen, weil er (abgesehen davon dass er den Weg des Übertrittes nicht sah), kein Gefäß finden konnte, welches vom Herzen das Blut in den ganzen Körper verteilt.

Galen.de
placitis
Hippoc.
& Plat.6.

Wenn jemand aber bei derselben Gelegenheit für Erasistratus oder diese unsere derzeitige Vorstellung (die nach dem Eingeständnis Galens auch in anderen Punkten mit der Vernunft übereinstimmt), einstünde und die große Arterie, die das Blut vom Herzen aus im ganzen Körper verteilt, mit dem Finger bezeichnete: ich frage mich, was dieser gesegnete, äußerst

ingeniöse und gelehrte Mann antworten würde. Wenn er sagte, das die Arterie *spiritus* und nicht Blut verteilen würde: er würde fürwahr Erasistratus ausreichend widerlegen (dieser dachte, dass in den Arterien nur *spiritus* enthalten sei), sich selbst würde er aber indessen widersprechen und schmäzlich verneinen, was er in seinem eigenen Buch scharf gegen denselben Erasistratus

behauptet, durch viele und stichhaltige Argumente bestätigt und durch Experimente vorzeigt: dass von Natur aus in den Arterien Blut und nicht *spiritus* enthalten ist.

Hätte dieser gesegnete Mann (wie er es an derselben Stelle häufig macht) *zugestanden, dass alle Arterien des Körpers von der großen Arterie ausgingen und diese vom Herzen: ja hätte er sogar behauptet, dass in allen von Natur aus Blut enthalten sei, dieses verteilt werde und dass jene drei sigmoiden Klappensegel an der Öffnung der Aorta lokalisiert seien und den Rückfluss des Blutes in das Herz hinderten und dass die Natur diese keineswegs einem besonders bedeutsamen Eingeweide beigestellt hätte, wenn sie nicht eine äußerst bedeutsame Hilfe in Aussicht stellen würde: Wenn der Vater der Ärzte (behaupte ich) dies alles und mit seinen eigenen Worten zugestanden hätte (wie er es ja im zitierten Buch macht), sehe ich nicht, wie er dann verneinen konnte, dass die große Arterie ein Gefäß von der Art sei, welches Blut (welches schon seine absolut perfekte Beschaffenheit erworben hatte) vom Herzen in den ganzen Körper verteilt. Aber hätte er vielleicht bis heute gezögert, wie alle bis zum heutigen Tage nach ihm, da er wegen der Verbindung, wie ich gesagt habe, des Herzens mit der Lunge, die Wege nicht sah, über welche das Blut von den Venen in die Arterien transportiert werden könnte.*

Diese Unklarheit verwirrt auch die Anatomen nicht unwesentlich (solange sie immer bei Sektionen die *arteria venosa* und die linke Herzkammer mit festem, geronnenen und schwarzen Blut gefüllt vorfinden), da sie zu behaupten gezwungen sind, dass das Blut vom rechten Ventrikel über die Herzscheidewand in den linken hinüberschwitze. Aber diesen Weg habe ich schon zuvor zurückgewiesen: schon deshalb ist ein anderer Weg bereitzustellen und zu eröffnen. Wenn er gefunden ist, besteht keine Schwierigkeit mehr, welche (so glaube ich) jemanden abhalten würde, dass er dem, was ich zuvor dargelegt habe (über den Puls des Herzens und der Arterien, den Übertritt des Blutes von den Venen in die Arterien und die Verteilung über die Arterien im ganzen Körper) zustimmen und es leicht anerkennen könnte.

Sechstes Kapitel

Auf welchen Wegen das Blut von der Hohlvene in die Arterien, oder von der rechten Herzkammer in die linke übergeführt wird.

Da es wahrscheinlich ist, dass die Verbindung des Herzens mit der Lunge, die sie beim Menschen sehen (wie ich sagte), den Grund des Irrtums geliefert hat, gehen diejenigen fehl, die, wenn sie (wie es üblicher Weise alle Anatomen machen) über die Teile der Tiere etwas vortragen, darstellen oder erkennen wollen, nur den Menschen allein und diesen nur tot untersuchen; und so (gleichsam wie diejenigen, die, wenn sie eine Staatsform genau erkannt

haben, glauben, eine politische Lehre gründen zu können oder aus der Kenntnis der Natur eines Ackers glauben, die Landwirtschaft zu verstehen) machen sie nichts anderes, als wenn sie aus einer partikulären Angabe sich abmühen, über das Allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Indessen, wären sie in der Sektion von Tieren gleich bewundert wie in der Anatomie des menschlichen Leichnams geübt: das in Frage stehende Problem, welches alle verwirrt hinhält, würde sich meiner Meinung nach klar und frei von allen Schwierigkeiten aufhellen.

Bei Fischen, die nur eine Herzkammer besitzen (wie sie auch keine Lungen haben), wird die Sache zuerst ausreichend klar. Es steht nämlich fest, dass die Blutblase, die an der Basis des Herzens lokalisiert ist und zweifellos der *auricula* entspricht, das Blut in das Herz überführt, welches das Herz offensichtlich wiederum über die Fistel oder Arterie oder einem Analogon der Arterie weitertransportiert: das kann sowohl durch Betrachtung, aber auch durch die Durchtrennung der Arterie (hierauf tritt bei jeder Pulsation des Herzens Blut schlagartig heraus) ganz klar beim Hinsehen bestätigt werden.

Unschwer kann das gleiche Phänomen bei allen Tieren beobachtet werden, die wenigstens einen oder so etwas wie einen Ventrikel besitzen, wie bei der Kröte, beim Frosch, den Schlangen, und den Eidechsen, auch wenn man sagt, dass sie in irgendeiner Weise eine Lunge besitzen, wie sie eine Stimme besitzen (vom erstaunlichen Aufbau ihrer Lungen und zusätzlichen Aspekten dieser Art habe ich sehr viele Beobachtungen bei mir, die aber hier nicht passend sind), ist es aus der Autopsie offensichtlich, dass bei ihnen das Blut auf die gleiche Weise von den Venen in die Arterien durch den Pulsschlag transportiert wird. Der Weg ist weit offen und deutlich, es besteht keine Schwierigkeit, kein Grund für ein Zögern: Bei diesen verhält sich die Sache nämlich ebenso wie beim Menschen, wenn die Herzscheidewand perforiert oder entfernt wäre, oder ein Ventrikel aus den zwei entstünde. Wäre dies der Fall, würde, glaube ich, niemand zweifeln, auf welchem Weg das Blut von den Venen in die Arterien übertreten kann.

Da nun die Zahl der Tiere, die keine Lungen haben, größer ist, als die der Tiere, die eine besitzen und in ähnlicher Weise die Zahl der Tiere größer ist, die nur einen Ventrikel haben, als die mit zwei, ist es folgerichtig festzusetzen, dass bei den Tieren meist und im Allgemeinen das Blut über eine offenstehende Bahn von den Venen über die Hohlräume des Herzens in die Arterien übergeführt wird.

Ich habe mir aber überlegt, dass dies sicher auch bei den Embryonen der Tiere, welche eine Lunge haben, der Fall ist.

Beim Fötus werden die vier Gefäße des Herzens (nämlich die *vena cava*, die *vena arteriosa*, die *arteria venalis* und die Aorta oder die Große Arterie) auf eine andere Art miteinander verbunden als beim Erwachsenen – das wissen alle Anatomen genau.

34

Der erste Kontakt und die erste Verbindung ist der der *vena cava* mit der *arteria venosa* (dieser entsteht etwas oberhalb des Abgangs aus der Leber, bevor noch die *vena cava* sich in die rechte Herzkammer öffnet, bzw. die Kranzvene abgibt) und bildet eine seitliche Anastomose aus, d. h. ein weit offenes Loch von ovaler Form, das einen Durchgang von der *vena cava* in jene Arterie bildet und so durchlässig ist, dass (als ob durch ein einziges Gefäß) durch dieses Loch das Blut von der *vena cava* in die *arteria venosa* und die linke *auricula* und weiter bis in die linke Herzkammer sich sehr leicht und in großer Menge ausbreiten kann. Zudem findet sich in jener ovalen Öffnung, auf der Seite, wo sich die *arteria venosa* befindet, eine zarte, harte Membran gleich einem Deckel, welche größer als die Öffnung selbst ist. Diese Membran verschließt später bei Erwachsenen diese Öffnung, und indem sie überall mit ihr verschmilzt, verschließt sie die Öffnung gänzlich und macht sie fast nicht mehr nachweisbar: Ich behaupte, dass diese Membran so aufgebaut ist, dass, wenn sie elastisch in sich zusammenfällt, leicht der Weg zu den Lungen und zum Herzen eröffnet wird und sie vor dem aus der *vena cava* anfließenden Blut jedenfalls zurückweicht. Und damit es nicht umgekehrt in die *vena cava* zurückfließt, stellt sie ein Hindernis dar. Man darf deshalb annehmen, dass das Blut beim Embryo kontinuierlich über diese Öffnung von der *vena cava* in die *arteria venosa* und von dort in die linke *auricula* übertreten muss und dass es, nachdem es eingetreten ist, niemals zurückfließen kann.

Die zweite Verbindung ist die der *vena arteriosa* (diese Verbindung entsteht, nachdem sich jene Vene nach ihrem Austritt aus dem rechten Ventrikel in zwei Äste aufgeteilt hat). Es ist wie ein dritter Stamm zu diesen zwei genannten und sozusagen ein arterieller Kanal, welcher davon schräg abgeleitet in die Große Arterie durchgebrochen ist, sodass in der Sektion von Embryonen gleichsam zwei *aortae*, oder zwei Wurzeln der Großen Arterie aus dem Herzen hervorzugehen scheinen.

Dieser Kanal wird bei den Erwachsenen in ähnlicher Weise allmählich kleiner, löst sich auf, trocknet endlich vollständig wie die Nabelvene aus und verschwindet.

Dieser arterielle Kanal besitzt keine Membran in seinem Inneren, welche die Bewegung des Blutes in die eine oder andere Richtung hinderte. Es gibt nämlich an der Öffnung jener *vena arteriosa* (der Kanal ist, wie ich gesagt habe, ihre Fortsetzung) drei sigmoide Klappen, welche von innen nach außen ausgerichtet sind und die leicht vor dem aus dem rechten Ventrikel auf diesem Wege in die Große Arterie fließendem Blut zurückweichen. Sie hindern jedenfalls

durch exakten Schluss aber vollständig den Rückfluss in umgekehrter Richtung von der Arterie oder den Lungen in den rechten Ventrikel. Sodass es auch hier angemessen ist anzunehmen, dass beim Embryo, wenn sich das Herz kontrahiert, kontinuierlich Blut vom rechten Ventrikel über diesen Weg in die Große Arterie eingebracht wird.

Was allgemein angenommen wird, dass diese zwei Verbindungen, die so groß, weit und offen sind, nur zur Ernährung der Lungen angelegt seien und dann bei Erwachsenen (da doch

die Lungen wegen ihrer eigenen Wärme und Bewegung in größerer Menge eine Ernährung bedürften) verschwänden und sich verfestigten, ist ein unwahrscheinlicher Einfall und passt schlecht zusammen. Und ebenso ist es falsch, wenn man sagt, dass das Herz beim Embryo ruhig ist, nichts ausführt und sich nicht bewegt und deshalb zur Ernährung der Lungen die Natur gezwungen war, diese Übergänge zu bilden. Wie die Autopsie bei einem von einer Henne bebrüteten Ei und bei Embryonen zeigt, die frisch aus dem Uterus entnommen wurden, bewegt sich das Herz wie bei Erwachsenen, und es steht auch die Natur vor keiner derartigen Notwendigkeit: Für diese Bewegung sind nicht nur diese Augen Zeugen, sondern es bezeugt auch Aristoteles selbst: *der Puls (sagt er) tritt sofort am Anfang bei der Bildung des Herzens auf und das kann bei der Vivisektion und bei der Entwicklung des Kücken aus dem Ei erkannt werden.* Ja, wir haben nicht nur beobachtet, dass diese Wege (sowohl beim menschlichen Geschlecht als auch in den übrigen Tieren) nicht nur offen sind und es bis zum Zeitpunkt der Geburt bleiben (wie die Anatomen angemerkt haben), sondern auch für viele Monate später, ja, bei einigen sogar für einige Jahre, um nicht zu sagen für den ganzen Lauf des Lebens, wie bei der Gans, der Schnepfe, den meisten Vögeln und besonders bei den kleineren Tieren. Diese Sache hat vielleicht dem Botallo vorgetäuscht, dass er einen neuen Übergang für das Blut von der *vena cava* in den linken Ventrikel des Herzens gefunden hätte und ich gestehe, dass auch ich, als ich dies bei einer größeren, schon ausgewachsenen Maus zum erstenmal selbst gefunden habe, etwas Derartiges sofort angenommen habe.

Lib.spir.

Hieraus kann erkannt werden, dass beim menschlichen Embryo, ja auch bei anderen, bei denen diese Verbindungen nicht verschwinden, genau dasselbe geschieht: dass das Herz ganz klar durch seine Bewegung über sehr offene Wege das Blut von der *vena cava* in die Große Arterie überführt, über den Weg beider Ventrikel. Da ja der rechte Venrikel das Blut von der *auricula* übernimmt und von da über die *vena arteriosa* und ihrer Fortführung (die arterieller Kanal genannt wird) in die Große Arterie treibt. In ähnlicher Weise empfängt der linke Ventrikel vermittels der Bewegung der *auricula* das Blut (welches natürlich durch das *foramen ovale* in jene linke *auricula* von der *vena cava* gebracht wurde) und treibt es gleichzeitig auf dieselbe Weise durch seine Anspannung und Kontraktion über die Aortenwurzel in die Große Arterie.

So nützt die Natur bei Embryonen, während die Lungen inzwischen ruhig sind und keine Aktion oder Bewegung ausführen, so, als ob sie nicht vorhanden wären, die beiden Ventrikel

des Herzens wie, um das Blut zu transportieren. Und ähnlich ist der Zustand bei den Embryonen, die eine Lunge besitzen, solange sie die Lungen noch nicht benutzen, wie bei den Tieren, die keine Lungen haben.

Daher wird auch bei ihnen die Wahrheit so deutlich sichtbar, dass das Herz durch seinen Pulsschlag das Blut über so weitgestellte und offenen Wege, aus der *vena cava* in die Große Arterie hinüberleitet und transfundiert, als ob beim Menschen, was ich gesagt habe, beide Ventrikel (nachdem ihr Septum entfernt wurde) gegenseitig durchgängig gemacht worden wären. Da also beim größeren Teil der Tiere, bei allen Tieren aber zu einem bestimmten Zeitpunkt, jene sehr weiten Bahnen vorhanden sind, welche dem Bluttransport durch das Herz dienen, bleibt noch übrig, dass wir folgende Fragen untersuchen: Warum nehmen wir einerseits nicht an, dass in gewissen Tieren (wie auch im Menschen), es sind dies die wärmeren und ausgewachsenen, über die Lungensubstanz dasjenige geschieht, was die Natur im Embryo zu der Zeit, zu der noch keine Funktion für die Lungen gegeben war, durch eben diese Bahnen bewirkte? Diese schien sie wegen des fehlenden Transits durch die Lungen gezwungenermaßen zu machen. Und andererseits, warum ist es besser (bewirkt doch die Natur immer das Bessere), dass die Natur jene weiten offenen Wege für den Transport des Blutes bei den ausgewachsenen Tieren völlig verschlossen hat, die sie zuvor im Embryo und Fötus genutzt hatte und in allen anderen Tieren nutzt und dass sie nicht andere Wege für diesen Bluttransport eröffnet hat, sondern ihn so völlig unterbindet?

Soweit ist die Sache schon gekommen, dass diejenigen, die beim Menschen die Wege suchen, auf welchen das Blut von der *vena cava* in den linken Ventrikel und die *arteria venosa* fließt, es mehr der Mühe wert finden und es ihnen richtiger erscheint, wenn sie aus der Sektion von Tieren die Wahrheit untersuchen wollen – den Grund zu untersuchen, warum bei größeren und vollendeteren Tieren, wenn sie erwachsen sind, die Natur das Blut eher über das Lungengewebe überführen wollte, als, wie bei allen anderen, über weit offenstehende Wege (obwohl sie verstehen, dass sie keinen andern Weg und Übergang ausdenken können): Sei es deshalb, weil die größeren und vollendeteren Lebewesen wärmer sind und, wenn sie ausgewachsen sind, ihre Wärme in einem höheren Grade (wenn ich mich so ausdrücken kann) erhitzt wird und dazu neigt, dass sie erstickt; und deshalb durchströmt es die Lungen und wird durch diese hindurchgedrängt, damit es durch die Einatemluft gekühlt und so von Blasen befreit und vor Erstickung bewahrt werde, oder etwas anderes Derartiges. Aber dies zu bestimmen und eine vollständige Erklärung abzugeben, bedeutet nichts Anderes zu tun, als darüber nachzudenken, wofür die Lungen gemacht wurden. Aber obwohl über sie, ihre Funktion, Bewegung und die Belüftung im Ganzen, die Notwendigkeit der Luft, über ihre Funktion und anderes dieser Art, über die verschiedenen unterschiedlichen Organe, die dafür

in den Tieren angelegt wurden, viel mittels sehr häufiger Beobachtungen von mir erfasst wurde: damit ich nicht an dieser Stelle durch ein allzu großes Abweichen von meinem Vorhaben über die Bewegung und Funktion des Herzen zu schreiben, etwas anderes zu machen, meinen Posten zu verlassen, die Sache zu verwirren und heimlich zu entfliehen scheine, überlasse ich dies einem eigenen Traktat zur konsequenteren Ausarbeitung. Um zum vorgenommenen Ziel zurückkehren, werde ich, was noch ausständig ist, zu bestätigen fortfahren.

Ich behaupte fest, dass bei entwickelteren und wärmeren Tieren, und zwar den ausgewachsenen (wie beim Menschen), das Blut vom rechten Ventrikel des Herzens über die *vena arteriosa* in die Lungen und von dort über die *arteria venosa* in die linke *auricula* und darauf in den linken Ventrikel des Herzens fließt, und dass es erstens so geschehen kann und weiters, dass es so auch geschehen ist.

Siebttes Kapitel

Das Blut gelangt vom rechten Ventrikel des Herzens über das Lungengewebe in die Lungenvenen und in den linken Ventrikel.

Es steht aber zur Genüge fest, dass dies möglich ist und dass es nichts gibt, weswegen es unmöglich ist, wenn wir uns überlegen, wie Wasser durch die Substanz der Erde hindurchdringt und kleine Bäche und Quellen entstehen lässt. Oder, wenn wir überlegen, wie Schweiß durch die Haut, wie durch das Gewebe der Nieren der Harn fließt. Man kann dieses Phänomen bei denjenigen beobachten, die das Wasser von *Spa* oder (wie sie sagen) von *la Madonna* in der Gegend von Padua oder andere mineralhaltige und kristallklare Wasser nutzen; oder bei denjenigen, die Getränke literweise zu sich nehmen, sodass sie in ein bis zwei Stunden die gesamte Menge über die Harnblase ausscheiden: Diese Menge muss ein wenig bei der Verkochung stehen bleiben. Sie muss durch die Leber (wie ja alle daran festhalten, dass diese täglich zweimal einen Saft aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln macht), über die Venen, das Nierenparenchym und die Harnleiter in die Harnblase fließen.

Wen höre ich also leugnen, dass das Blut, ja, die gesamte blutige Masse, gleich dem Nahrungsbrei durch die Leber, über die Lungensubstanz hindurchtritt, weil man ja annehmen muss, dass es unmöglich und keinesfalls glaubwürdig sei? Diese Art von Menschen gesteht die Möglichkeit ein (ich spreche mit dem Dichter), wenn es ihnen passt, wenn nicht, auf keinen Fall: dort, wo es notwendig ist, etwas zu bestätigen, sind sie ängstlich, wo es nicht notwendig ist, haben sie keine Scheu.

Das Lebergewebe ist viel dichter, ähnlich auch das der Nieren; das Lungengewebe von einer viel lockereren Textur, und wenn es mit den Nieren und der Leber verglichen wird, von einer schwammartigen.

In der Leber gibt es keine Kraft, die einpresst oder hineinzwingt, in die Lunge wird das Blut durch den Pulsschlag des rechten Ventrikels hineingestoßen. Durch seinen Impuls werden notwendigerweise die Gefäße und die poröse Struktur der Lunge gedehnt. Zudem werden die Lungen bei der Atmung angehoben und senken sich. Durch diese Bewegung müssen sich die porösen Strukturen und die Gefäße öffnen und schließen, wie es bei Schwämmen und allen Teilen der Fall ist, die eine schwammige Konstitution haben,

Gal.de usu
part.

wenn sie zusammengepresst werden und sich wieder ausdehnen. Im Gegensatz dazu bewegt sich die Leber nicht und scheint sich nicht so zu dehnen und zusammengepresst zu werden.

Schließlich: wenn alle zustimmen, dass wie beim Menschen, so beim Rind oder anderen sehr großen Tieren der ganze Saft aus den Eingeweiden in die *vena cava* übertreten kann; und auch: dass es notwendig ist, falls es eine Ernährung geben soll, dass dahin die Nahrung irgendwie gekommen und in die Venen gelangt sein muss und dass kein anderer Weg vorhanden ist: so sind sie konsequenter Weise auch gezwungen Folgendem zuzustimmen: Warum vertrauen sie nicht bezüglich des Blutübertrittes über die Lungen bei den erwachsenen Tieren denselben Argumenten in ähnlicher Weise und versichern und glauben dasselbe wie der hochgebildete und gelehrte Anatom Colombo: infolge der Größe und Bauart der Lungengefäße und wegen der Tatsache, dass die *arteria venosa* gleich dem Ventrikel immer mit Blut gefüllt ist, welches von den Venen hierher gekommen sein muss, und nicht auf einem anderen Weg, als über die Lungen: sodass jener und auch wir annehmen, dass aus dem, was zuvor gesagt wurde, aus der Autopsie und anderen Argumenten dies auf der Hand liegt.

Aber da es nun einige gibt, die nur herangezogenen Autoritäten zustimmen, sollen sie wissen, dass aus den Worten Galens selbst diese Wahrheit bestätigt werden kann: nämlich dass nicht nur das Blut von der *vena arteriosa* in die *arteria venosa* und weiter in den linken Ventrikel des Herzens und später in die Arterien hinübergeleitet werden kann, sondern dass es durch den kontinuierlichen Pulsschlag des Herzens und die Bewegung der Lungen während der Atmung so geschieht.

Es gibt an der Öffnung der Lungenschlagader drei sigmoide Klappen, oder Semilunarklappen. Diese lassen keinesfalls zu, dass das Blut, welches in die *vena arteriosa* gelangt ist, wieder in das Herz zurückkehrt.

Galen. de
usu part.
i.6.c.10.

Das wissen alle. Tatsächlich erklärt Galen auch die Notwendigkeit und Funktion dieser Klappen, indem er sagt: *„im ganzen Körper gibt es gegenseitig entsprechende Anastomosen und Öffnungen von Poren durch die Arterien zugleich mit den Venen. Sie entnehmen über unsichtbare und enge Wege voneinander das Blut und den spiritus. Wäre nun die Öffnung der vena arteriosa gleichfalls immer offen gestanden und hätte die Natur keinen Mechanismus erfunden, welcher sie, wenn es passend ist, verschließen und wieder öffnen kann, wäre es*

niemals möglich gewesen, dass das Blut (bei der Kontraktion des Brustkorbs) durch unsichtbare und enge Poren in die Arterien aufgenommen wird: weder wird nämlich alles in gleichem Maße aus irgendetwas angezogen noch ausgestoßen, sondern in dem Ausmaß, wie etwas leicht ist, wird es umso leichter als das, was schwerer ist durch eine Dehnung der Organe angezogen; ziehen sich diese aber zusammen, wird es ausgepresst. So wird auch bei einem weit offenen Weg etwas schneller als bei einem engen angezogen und wieder ausgeschieden. Wenn sich aber der Brustkorb zusammenzieht, werden die arteriae venosae in der Lunge von allen Seiten her

kräftig gestoßen und komprimiert und pressen den in ihnen vorhandenen spiritus möglichst schnell aus. Sie nehmen aber über jene feinen kleinen Poren eine gewisse Menge Blut auf. Das würde sicherlich nie geschehen, wenn das Blut über die große Öffnung (wie es die der vena arteriosa ist) in das Herz zurückfließen könnte. Nun ist aber der Rückweg über die große Öffnung in der Kompression von allen Seiten verschlossen und es tropft etwas über jene kleinen Poren in die Arterien.“ Und etwas später im folgenden Kapitel: „Umso heftiger sich der Brustkorb bei der Austreibung des Blutes anstrengt, umso genauer verschließen die Membranen (natürlich die sigmoiden Klappen) die Öffnung selbst und lassen nichts zurückfließen.“ Ewas früher im selben zehnten Kapitel: „Wenn die Klappen nicht wären, entstünde ein dreifacher Nachteil, sodass das Blut selbst immer wieder zwecklos diesen langen Lauf in Folge durchmessen würde. In der Diastole der Lungen nämlich würde es hinfließen und alle ihre Gefäße füllen, in der Systole aber, wie eine Meeresflut, die dem Euripus gleicht, eine Bewegung wiederholt in gleicher Weise in diese und jene Richtung vollführen, die dem Blut aber nicht zukommt. Aber das mag gering scheinen. Was aber zwischenzeitlich den Zweck der Atmung schwächt, das kann nicht weiter für unbedeutend gehalten werden,“ und so weiter. Und etwas später: „und auch ein dritter ungünstiger und ganz und gar nicht zurückzuweisender Nachteil wäre vorhanden; denn das Blut kehrte in der Ausatmung in verkehrter Richtung zurück, hätte unser Schöpfer nicht diesen Auswuchs der Membranen gemacht.“ Daher schließt er im elften Kapitel: „eine gemeinsame Funktion besteht aber für sie alle (natürlich für die Klappen), dass sie nämlich den Rückstrom der Materie verhindern. Wesentlich ist diese Funktion für beide Arten <sc. von Klappen>: nämlich für diejenigen, die die Materie aus dem Herzen hinausführen, damit sie nicht wieder in das Herz zurückkehrt, allerdings auch für die, die sie hineinleiten, damit sie nicht wieder aus ihm ausfließt. Die Natur wollte nämlich nicht das Herz durch eine sinnlose Arbeit ermüden und es <sc. das Blut> auch nicht manchmal in einen Teil entsenden, von wo es besser war, es heranzuziehen. Und auch nicht unaufhörlich aus jenem herausführen, zu dem es notwendiger Weise gesandt wurde. Deshalb gibt es im Ganzen vier Öffnungen, je zwei in beiden Herzkammern, eine nämlich, die hinein, eine andere aber, die hinausführt.“

Und etwas später: „Ferner, da das eine Gefäß, welches aus einer einfachen Wandschicht besteht, in das Herz hineingeht, das andere, welches aus einer doppelten aufgebaut ist, aus ihm herausgeführt wird, muss notwendigerweise ein beiden gemeinsamer Ort (nämlich der rechte Ventrikel: so sieht es Galen und ich in ähnlicher Weise den linken Ventrikel des

Herzens), *sozusagen eine Art aufnehmende Vertiefung bereitet sein, zu welcher sich beide erstrecken. Und durch ein Gefäß wird das Blut angezogen, durch das übrige aber ausgesandt.*

Galen hat dieses Argument für den Transit des Blutes von der *vena cava* über den rechten Ventrikel in die Lungen herangezogen. Lediglich durch eine Änderung der Bezeichnungen mag es von uns richtiger auch für den Transit des Blutes von der Vene über das Herz in die Arterien verwendet werden. Aus den angeführten Stellen und Worten Galens, dieses ehrwürdigen Mannes und Vaters der Mediziner, wird deutlich, dass das Blut von der

Siehe den gelehrten Hofmann: Commentarium supra Galeni lib.6.de usu part. Ich habe dieses Buch erst gelesen, nachdem ich dieses geschrieben haben.

vena arteriosa über die Lungen in die Äste der *arteria venosa* fließt und dies sowohl wegen des Pulsschlags des Herzens als auch der Bewegung der Lungen und des Brustkorbes; ja, dass das Herz zudem andauernd in die Ventrikel wie eine aufnehmende Vertiefung sozusagen das Blut aufnimmt und wieder aussendet und dass zu diesem Zweck vier Arten von Klappen dienen, zwei für den Einstrom und zwei für den Ausstrom des Blutes: damit das Blut nicht nach Art des Euripus unpassender Weise da und dorthin transportiert wird, oder dorthin zurückkehrt, woher man es besser heranzöhlte und aus dem Teil zurückfließt, zu dem man es fließen lassen musste und dass sich so das Herz in sinnloser Arbeit erschöpft und die Atmung der Lungen verhindert wird. Folglich erscheint unsere Behauptung klar zu sein, dass andauernd und kontinuierlich Blut über die Durchlässigkeit der Lungen vom rechten Ventrikel in den linken hindurchgeht, von der *vena cava* in die Große Arterie. Da nämlich dauernd Blut vom rechten Ventrikel über die *vena arteriosa* in die Lungen gesandt wird und in ähnlicher Weise andauernd von den Lungen in den linken Ventrikel gezogen wird (das ist aus dem Gesagten und der Lage der Klappen offensichtlich), ist es unmöglich, dass es nicht kontinuierlich übertritt.

Und ebenso, wenn in den rechten Ventrikel des Herzens immer und kontinuierlich Blut eintritt und aus dem linken kontinuierlich austritt (was ähnlich aus der Überlegung und der Anschauung klar ist), ist es unmöglich, dass das Blut nicht kontinuierlich von der *vena cava* in die *Aorta* übertritt.

Dass also das, was beim größten Teil der Tiere und beinahe allen vor der vollständigen Entwicklung über die weitgestellten Wege abläuft und aus der Sektion klar wird, bei den erwachsenen Tieren über unsichtbare Poren und kleine Öffnungen dieser Gefäße vor sich geht, wird sowohl durch die Worte Galens, als auch aus dem zuvor Gesagten, wie ich das Geschehen erklärt habe, in gleicher Weise deutlich. Daraus kann man erkennen, dass, obwohl eine Herzkammer, nämlich die linke, für die Verteilung des Blutes im Körper und das Herausziehen aus der *vena cava* ausreichen würde – was so in allen Tieren auch der Fall ist, die keine Lungen besitzen – die Natur dennoch gezwungen war, da sie das Blut selbst über die Lungen hinüberbringen wollte, einen rechten Ventrikel zusätzlich hinzuzufügen, durch dessen Pulsschlag das Blut von der *vena cava* durch die Lungen an den Ort des linken Ventrikels eingetrieben wird. Man muss deshalb sagen, dass der rechte Ventrikel wegen der Lungen und zum Transport des Blutes und selbstverständlich nicht zur Ernährung vorhanden ist. Es ist

überhaupt eine Ungereimtheit anzunehmen, dass die Lungen einer derart großen Zufuhr von Nahrung, einer besonders reinen und mit *spiritus* angereicherteren, mit Hilfe des Pulses bedürften (da sie ja unmittelbar von den Ventrikeln des Herzens zur Verfügung gestellt wird), in einem höheren Maß als die reinste Hirnsubstanz, oder die strahlendste und herrliche Struktur der Augen und das Fleisch des Herzens (welches unmittelbar von der Kranzarterie ernährt wird).

Achtes Kapitel

Über die Blutmenge, die von den Venen über das Herz in die Arterien übertritt und über den kreisförmigen Blutstrom.

Soweit über den Übertritt des Blutes von den Venen in die Arterien, die Wege, über die es hinüberfließt und wie es mit Hilfe des Herzschlags transportiert und verteilt wird. Es gibt vielleicht einige, die sagen, dass sie mir in diesen Dingen zustimmen, da ich zuvor die Autorität Galens oder die Überlegungen Colombos oder anderer herangezogen habe. Wenn ich nun über das, was noch aussteht, nämlich über die Menge und das Herkommen jenes übertretenden Blutes sprechen möchte (mag es auch sehr erwägenswert sein), fürchte ich nicht nur, da es derart neu ist und noch nie gehört wurde, dass mir durch den Neid mancher etwas zustößt, sondern habe Angst, dass ich die gesamte Menschheit zum Feind habe. So stark ist die Gewohnheit oder eine einmal festgesetzte tief verwurzelte Lehrmeinung (sozusagen eine zweite Natur) bei allen, und die Vorstellung von der Verehrungswürdigkeit des Alten nötigt uns dazu. Da nun einmal der Würfel gefallen ist: meine Hoffnung liegt in der Wahrheitsliebe und dem klaren Denken der Doktoren. Ja, als ich die Frage der Menge mit Hilfe der Vivisektion, die ich aus Gründen des Experimentes durchführte, der Eröffnung von Arterien, Untersuchungen unterschiedlichster Art, der Symmetrie und Größe der Gefäße, die in die Ventrikel des Herzens gelangen und daraus hervorgehen (da die Natur, die nichts umsonst macht, eine solche Größe nicht grundlos proportional diesen Gefäßen zugeteilt hat), sodann aus dem kunstvollen und sorgfältigen Aufbau der Klappen und Sehnenfäden, dem übrigen Bau des Herzens und aus vielen anderen Beobachtungen wiederholt und ernstlich die Menge des Blutes überlegt und längere Zeit in meinem Geist bedacht hatte, bemerkte ich, wie groß also die Menge des transportierten Blutes und wie kurz die dafür zur Verfügung stehende Zeit sei und dass die Nahrung nicht ausreichend zur Verfügung stehen konnte, ohne dass wir die Venen ohne Inhalt und gänzlich entleert und andererseits die Arterien durch die allzu große Zufuhr von Blut rupturiert vorfänden, es sei denn, dass das Blut von den Arterien wiederum in die Venen und in den rechten Ventrikel des Herzens zurückkehrt.

Da begann ich bei mir zu überlegen, ob es nicht etwa eine Kreisbewegung ausführe; dass dies wahr sei, habe ich später herausgefunden: das Blut wird aus dem Herzen über die Arterien in das System des Körpers und alle seine Teile getrieben und gedrängt; durch den Puls des

linken Ventrikels nämlich, und so auch von dem des rechten Ventrikel über die *vena arteriosa* in die Lungen. Und es fließt über die Venen wieder in die *vena cava* bis zur rechten *auricula* zurück, und aus den Lungen gelangt es über die sogenannten *arteria*

venosa zum linken Ventrikel, wie es zuvor gesagt worden ist.

Diese Bewegung kann in diesem Sinne kreisförmig genannt werden, wie auch Aristoteles dachte, dass Luft und Regen die zirkuläre Bewegung der Gestirne nachahmten: die durch die Sonne erwärmte feuchte Erde setzt Dunst frei, welcher in der Höhe kondensiert und die Kondensate sinken als Regen wieder herab, befeuchten die Erde und so entstehen hier Generationen von Lebewesen und in gleicher Weise treten Stürme und Meteore durch die kreisförmige Bewegung, Annäherung und Entfernung der Sonne auf.

So geschieht es sehr wahrscheinlich auch im Körper durch die Bewegung des Blutes: alle Körperteile werden durch das wärmere, perfekte, dunstige, *spiritus*-hältige, und – wenn ich mich so ausdrücken darf – nährstoffhaltige Blut ernährt, erwärmt und belebt. Im Gegensatz dazu wird das Blut in den Körperteilen gekühlt, gerinnt und kehrt gleichsam erschöpft zurück an seinen Ausgangspunkt, d. h. zum Herzen, sozusagen zur Quelle oder dem Herd des Körpers, um seine Perfektion wieder zu erlangen. Dort wird es aufs Neue durch die natürliche, potente, heiße Wärme wie in einer Vorratskammer des Lebens verflüssigt und schwanger von *spiritus* und als (um mich so auszudrücken) Balsam wird es von dort wieder verteilt: und dies alles hängt vom Herzschlag ab.

So ist das Herz das Prinzip des Lebens und die Sonne des Mikrokosmos (wie es in analoger Weise die Sonne verdient, als Herz der Welt bezeichnet zu werden), durch dessen treffliche Eigenschaften und durch dessen Puls das Blut bewegt vollendet, belebt und vor Verderbnis und Gerinnung bewahrt wird. Jener Hausgeist stellt dem ganzen Körper seinen Dienst durch die Ernährung, die Erwärmung und Belebung zur Verfügung, er ist die Grundlage des Lebens, der Urheber von allem. Aber darüber ist es passender zu sprechen, wenn wir über die Zweckursache dieser Art von Bewegung Überlegungen anstellen werden.

Es folgt daraus: da die Venen eine Art Wege und Gefäße sind, die das Blut transportieren, haben sie eine doppelte Natur: die der *vena cava* und die der *Aorta*. Freilich nicht bezüglich ihrer Ausrichtung (wie es Aristoteles meinte), sondern ihrer Funktion nach, und nicht (wie man allgemein annimmt), ihren Bau nach, denn bei den meisten Tieren unterscheidet sich (wie ich sagte) die Vene von der Arterie nicht durch die Stärke der Wände, sondern sie unterscheiden sich durch ihre Aufgabe und Funktion voneinander. Beide, Venen und Arterien

wurden von den Alten nicht zu Unrecht als Venen bezeichnet (wie Galen angemerkt hat) – natürlich in dem Sinne, dass diese, d. h. die Arterie, das Gefäß ist, das das Blut vom Herzen in den Körperbau verteilt, jene aber das Blut vom Körperbau wieder zum Herzen zurückbringt; diese vom Herzen weg, jene wieder zum Herzen zurück; jene enthält ein unreiferes und erschöpftes Blut,

welches für die Ernährung ungeeignet geworden ist,
diese ein gekochtes, perfektes,
ernährendes Blut.

Neuntes Kapitel

Aus der Bestätigung einer ersten Annahme ergibt sich, dass es einen Kreislauf des Blutes gibt.

Damit uns aber niemand vorwirft, nur leere Worte zu machen, schönklingende Behauptungen ohne Basis aufzustellen und ohne gerechtfertigte Begründung Neuerungen zu bringen, gibt es drei Punkte, die begründet werden müssen. Ich bin überzeugt, dass, sobald diese Punkte dargelegt worden sind, die Wahrheit notwendiger Weise folgen und die Sache klar sein wird.

Erstens, dass das Blut in einer so großen Menge kontinuierlich und ohne Unterbrechung von der *vena cava* in die Arterien durch den Herzschlag transportiert wird, dass es von der aufgenommenen Nahrung nicht bereitgestellt werden könnte; und dies auf eine Art, dass die gesamte Menge in kurzer Zeit hinübergelange.

Zweitens, dass kontinuierlich, gleichmäßig und ohne Unterbrechung das Blut in jedes beliebige Glied und jeden beliebigen Teil des Körpers durch den Arterienpuls in einem viel größeren Maß hineingedrängt wird und eintritt, als für deren Ernährung ausreichend sein würde, bzw. durch die ganze Blutmenge bereitgestellt werden könnte.

Und ähnlich drittens, dass von jedem einzelnen Glied die Venen selbst dieses Blut kontinuierlich zum Platz des Herzens rückführen.

Stehen diese Punkte fest, glaube ich, wird es klar sein, dass das Blut kreist, zurückkehrt, weitergetrieben wird und wieder zurückfließt; vom Herzen zu den Extremitäten und von dort wieder zum Herzen zurück; und dass es sozusagen eine kreisförmige Bewegung durchläuft.

Lasst uns annehmen, (durch Überlegung oder durch Experiment), wieviel Blut der linke Ventrikel in seiner Dehnung enthält (wenn er wieder aufgefüllt ist), entweder 2 Unzen, oder 3, oder eineinhalb Unzen: ich habe bei einem Verstorbenen mehr als 2 Unzen gefunden.

Nehmen wir gleichermaßen an, um wieviel weniger es in der vollen Kontraktion ist, oder wieviel sich das Herz kontrahiert und um wieviel weniger Kapazität der Ventrikels in der

Kontraktion hat, oder wieviel Blut er durch die Kontraktionen selbst in die Große Arterie austreibt (dass er immer etwas austreibt, wurde zuvor im 3. Kapitel gezeigt, und zwar in der Systole, wie alle bestätigen, überzeugt durch den Aufbau der Klappen). Wahrscheinlich könnte man den Schluss ziehen, dass in die Arterien der vierte, fünfte, oder sechste Teil eingebracht wird, minimal aber der achte.

So wollen wir annehmen, dass beim Menschen durch jeden einzelnen Herzschlag eine halbe Unze oder drei Drachmen oder eine Drachme Blut ausgetrieben wird, welches wegen des Hindernisses der Klappen nicht wieder in das Herz zurückfließen kann.

Das Herz macht in einer halben Stunde mehr als tausend Schläge, ja bei einigen manchmal zwei-, drei-, oder viertausend. Multipliziert man die Drachmen, wird man sehen, dass in

einer halben Stunde dreitausend Drachmen, oder zweitausend Drachmen, oder fünfhundert Unzen, oder eine andere entsprechende Menge Blut über das Herz in die Arterien immer in einer größeren Menge transfundiert wird, als im gesamten Körper gefunden werden könnte. Ähnlich wird im Schaf oder Hund, mag es bei einer Herzkontraktion eine Skrupel sein, dann in einer halben Stunde tausend Skrupeln oder ungefähr dreieinhalb Pfund transfundiert, wobei ich gefunden habe, dass im Körper eines Schafes nicht mehr als vier Pfund Blut enthalten sind.

So scheint es auf Grund der Berechnung dessen, was wir mit hoher Wahrscheinlichkeit über die übertragene Blutmenge und durch die Zählung der Pulsschläge annehmen können, dass die gesamte Blutmenge von den Venen über das Herz in die Arterien übertritt, ähnlich auch über die Lungen.

Und soll es nicht in einer halben Stunde, sondern in einer Stunde, oder auch an einem Tag sein, es macht jedenfalls deutlich, dass mehr Blut, als die aufgenommene Nahrung bereitstellen oder in den Venen gleichzeitig enthalten sein könnte, durch eben diesen Puls über das Herz kontinuierlich übertragen wird.

Und man darf auch nicht sagen, dass das Herz bei der Kontraktion einmal austreibt, einmal wieder nicht, oder sozusagen ein Nichts und etwas Imaginäres: Das <sc. dieser Fehler> wurde nämlich zuvor nachgewiesen und widerspricht zudem den Sinnen und der Überlegung. Wenn es nämlich bei der Ausdehnung des Herzens notwendig ist, dass die Ventrikel mit Blut gefüllt werden, muss es das Blut bei der Kontraktion immer heraustreiben, und zwar nicht wenig (es sind ja die Leitungsbahnen nicht klein und auch die Kontraktion ist ausgeprägt). In jeder beliebigen Proportion nämlich, sei es ein Drittel, ein Sechstel oder auch ein Achtel, muss sich der entsprechende Anteil des Blutes, der abgetrennt wurde, zum zuvor bestehenden Inhalt, der in der Diastole wieder aufgefüllt wird, so verhalten, wie sich die Kapazität des kontrahierten Ventrikels zu der des dilatierten verhält. Und da es nicht geschieht, dass er in der Dilatation durch ein „Nichts“ oder „Imaginäres“ aufgefüllt wird: so wirft es auch in der Kontraktion niemals ein „Nichts“ oder „Imaginäres“ aus, sondern immer etwas entsprechend der Kontraktion. Deshalb muss man annehmen, dann wenn das Herz bei einem Pulsschlag, sei es beim Menschen, Schaf oder Rind, eine Drachme auswirft, und es eintausend Pulsschläge in einer halben Stunde sind, als Ergebnis in der gleichen Zeit zehn Pfund und fünf Unzen

transportiert werden: wenn bei einem Pulsschlag zwei Drachmen, 20 Pfund und 10 Unzen; falls eine halbe Unze, 41 Pfund und 8 Unzen; wenn eine Unze, werden als Ergebnis 83 Pfund und 4 Unzen in einer halben Stunde (behaupte ich) von den Venen in die Arterien transfundiert.

Aber wieviel von jedem bei den einzelnen Pulsschlägen ausgetrieben wird und wann mehr oder weniger und warum, wird durch mich später aus vielen Beobachtungen wohl noch viel klarer werden.

Aber einstweilen weiß ich und will alle darauf hinweisen, dass manchmal das Blut in einer größeren Menge übertritt, manchmal in einer geringeren. Der Kreislauf des Blutes wird

entsprechend dem Temperament, dem Alter, äußerer und innerer Ursachen, natürlicher und nicht natürlicher Dinge, im Schlaf, in der Ruhe, abhängig von der Nahrung, körperlicher Anstrengung, Geisteskrankheiten und Ähnlichem manchmal schneller, manchmal langsamer ausgeführt.

Denn in der Tat, wenn durch die Lungen und das Herz eine auch nur sehr kleine Menge Blut hindurchgeht, wird es doch in einer weit größeren Menge in die Arterien und den ganzen Körper verteilt, als durch die Ernährung bereitgestellt werden könnte, oder ganz allgemein <sc. wäre das nicht möglich>, wenn es nicht durch den Kreislauf immer völlig zurück gelangte.

Das sollte auch klar erkennbar sein, wenn man einer Vivisektion beiwohnt, nicht nur wenn die Große Arterie eröffnet wurde, sondern (was Galen beim Menschen selbst bestätigt), wenn irgendeine, und sei es die kleinste Arterie eröffnet worden wäre: im Zeitraum von ungefähr einer halben Stunde entleert sich aus dem ganzen Körper, sowohl aus den Venen als auch den Arterien die gesamte Blutmenge.

In ähnlicher Weise können es die Fleischer jedem bei der Schlachtung eines Rindes bestätigen, wenn sie die Halsschlagadern eröffnen. In einer dreiviertel Stunde entleeren sie die gesamte Blutmenge und lassen alle Gefäße leer zurück. Bei einer Amputation oder der Entfernung eines Tumors haben wir gelegentlich festgestellt, dass dies durch das starke Ausströmen des Blutes in kurzer Zeit geschieht.

Die Kraft dieses Argumentes wird nicht geschmälert, indem jemand behauptet, dass das Blut bei der Durchtrennung des Halses und bei der Amputation von Gliedern in gleicher Weise, wenn nicht sogar stärker aus den Venen ausfließe. Es verhält sich nämlich umgekehrt: sie geben sehr wenig Blut frei, da die Venen kollabieren und bei ihnen keine Kraft das Blut nach außen drängt und weil die Anordnung der Klappen ein Hindernis darstellen (wie später klarwerden wird). Die Arterien ergießen das Blut mit Kraft pulsformig nach außen, in größerer Menge und kräftiger, als ob sie es mit einer Spritze ausspritzten. Die Sache muss aber getestet werden, indem man bei einem Schaf oder Hund die Vene nicht, wohl aber die Arterie eröffnet. Es ist bemerkenswert, mit welcher Kraft, mit welchem Impuls und wie schnell die Entleerung des gesamten Blutes aus dem ganzen Körper sowohl aus den Venen als

auch den Arterien erfolgt. Die Arterien entnehmen aber von keinem anderen Ort das Blut aus den Venen, als durch den Übertritt über das Herz, wie aus dem zuvor Gesagten klar ist. Wenn man aber die *Aorta* an der Herzwurzel unterbindet und die Halsschlagader oder eine andere Arterie eröffnet, wird man, wenn man nur die Arterien entleert, die Venen aber gefüllt vorfindet, nicht mehr daran zweifeln.

Daraus wird man klar den Grund sehen, warum in der Anatomie so viel Blut in den Venen gefunden wird, wenig aber in den Arterien, warum viel im rechten Ventrikel, wenig im linken (dies lieferte vielleicht den Alten eine Gelegenheit zum Zweifel und zur Annahme, dass in diesen Hohlräumen lediglich *spiritus* enthalten sei, solange das Tier am Leben war). Der Grund

ist vielleicht, dass ein Übertritt des Blutes aus den Venen in die Arterien nur über das Herz selbst und die Lungen gegeben ist. Wenn die Tiere aber sterben und die Lungen aufhören sich zu bewegen, wird verhindert, dass Blut über die Äste der *vena arteriosa* in die *arteria venosa* und von da in den linken Ventrikel des Herzens übertritt (wie zuvor beim Embryo bemerkt worden ist, wurde durch die fehlende Bewegung der Lungen, die das Öffnen und Schließen der kleinen Öffnungen und unsichtbare Poren bewirken, der Übertritt verhindert). Da das Herz nicht gemeinsam mit den Lungen aufhört sich zu bewegen, sondern danach noch pulsiert und weiterlebt, tritt das Phänomen auf, dass der linke Ventrikel und die Arterien das Blut in die Venen des Körperbaus senden und über die Lungen nicht wieder aufnehmen, sodass sie daher sozusagen entleert sind.

Aber das schafft für unsere Sache kein geringes Vertrauen, da dafür kein anderer Grund angeführt werden kann, als der, den wir aufgrund unserer Annahme angeben.

Daraus wird weiters klar, dass, je kräftiger und vehementer die Arterien pulsieren, desto schneller der Körper bei jedem Blutverlust von Blut entleert wird.

Folglich pulsiert es bei jedem Schwächezustand, bei Angst und anderen Zuständen dieser Art, wenn das Herz schwächer und stärker ausgezehrt ist, ohne Impuls: dadurch wird jeder Blutverlust vermindert und gehemmt.

Daher rührt auch, dass, wenn der Körper schon tot ist, nachdem das Herz aufgehört hat zu schlagen, man weder aus den geöffneten Hals- noch aus den Unterschenkelvenen und –arterien mit jeglicher Anstrengung mehr als eine mittlere Menge an Blut fördern kann. Und auch der Schlächter wird dem Rind (nachdem er ihm auf den Schädel geschlagen und es betäubt hat), wenn er nicht den Hals eröffnet hat, bevor das Herz zu schlagen aufgehört hat, nicht die ganze Blutmenge entleeren können.

Schließlich mag von diesem Punkt ausgehend geahnt werden, wo die Verbindung zwischen Venen und Arterien sich befindet und wie sie beschaffen ist, und auch, aus welchem Grunde bislang niemand über diese etwas Richtiges gesagt hat. Ich bin schon dabei, solche Untersuchungen zu machen.

Zehntes Kapitel

Die erste Annahme über die Menge des Blutes, welches von den Venen in die Arterien übertritt, und das es einen Kreislauf gibt, wird von Einwänden befreit und weiter durch Experimente bestätigt.

Soweit wurde die erste Annahme durch Berechnung, Experimente und Autopsie bestätigt.
Nämlich: das Blut tritt in einer größeren Menge kontinuierlich in die Arterien

über, als durch die Nahrung bereitgestellt werden könnte; da die gesamte Masse in einem kurzen Zeitraum dort übertritt, ist es also notwendig, dass ein Kreislauf entsteht und das Blut wieder zum Ausgangspunkt zurückkehrt.

Wenn aber jemand hier behaupten würde, dass eine große Menge übertreten könne, ohne dass notwendigerweise ein Kreislauf entstehe, ja, von der aufgenommenen Nahrung könne es ersetzt werden und als Beispiel diene der Milchfluss in den Eutern: eine Kuh gibt in einem Tag drei, vier, sieben oder noch mehr Kongien Milch, eine Frau stellt gleichfalls zwei oder drei Heminen bei der Ernährung eines oder zweier Säuglinge täglich zur Verfügung und das wird offensichtlich von der Nahrung ergänzt: Dann müsse man ihm antworten, dass durch die Berechnung feststeht, dass das Herz diese Menge und mehr in einer Stunde oder zwei Stunden (zum Herzen) zurückführt.

Wenn einer noch immer nicht überzeugt ist, und insistiert und weiterhin sagt, dass wohl das Blut nach Eröffnung einer Arterie, wenn sozusagen der Weg offensteht, in unnatürlicher Weise mit einem Impuls ausfließen könne, dass es aber nicht möglich sei, dass das Blut im unverletzten Körper, wenn kein Weg nach außen vorhanden ist, die Arterien gefüllt sind, oder sich in ihrem natürlichen Zustand befinden, in einer derart großen Menge und in einer derart kurzen Zeit, in so großem Ausmaß übertritt, dass ein Rückfluss notwendig wäre, dann muss man ihm antworten: auf Grund der zuvor erwähnten Berechnung und Überlegung ist klar, dass genau so viel Blut, wieviel das Herz in seiner Dehnung, wenn es wieder aufgefüllt ist, im Verhältnis zur Kontraktion mehr enthält, (zum größten Teil) bei den einzelnen Herzschlägen ausgeworfen wird und daher beim gesunden Körper, wenn er im natürlichen Zustand sich befindet, in einer solchen großen Menge auch hindurchgeht.

Unterbindet man aber bei Schlangen oder Fischen die Vene in einem gewissen Abstand unterhalb des Herzens, wird man den Bereich zwischen der Ligatur und dem Herzen sehr schnell sich entleeren sehen, so, dass man notwendiger Weise bestätigen muss (außer man leugnet die Autopsie), dass das Blut zurückkehrt. Später wird dasselbe auch bei der Bestätigung der zweiten Annahme klar werden.

Wir wollen unsere Beweisführung an einem Beispiel abschließen, bei dem jeder auch auf seine Augen vertrauen kann: Wenn man eine lebende Schlange seziert, wird man das Herz

länger als eine ganze Stunde ruhig und deutlich pulsieren und sich wie ein Wurm in der Kontraktion (da es länglich ist) entlang der Längsausdehnung zusammenziehen und sich nach vorne stoßen sehen. In der Systole ist es im Gegensatz zur Diastole von einer weißlicheren Farbe. Und beinahe alles Übrige ist vorhanden, womit, wie wir gesagt haben, diese Wahrheit bestätigt werden wird (hier läuft alles langsamer und besser getrennt ab). Aber dies kann in besonderer Weise und klarer als das Tageslicht untersucht werden. Die *vena cava* tritt in den unteren Teil des Herzens ein, die Arterie entspringt dem oberen Anteil. Komprimiert man nun die *vena cava* mit einer Klemme, einem Finger oder dem Daumen, sodass der Blutstrom etwas unterhalb des Herzens unterbrochen ist, sieht man, dass sogleich

jener Teil zwischen den Fingern und dem Herzen beinahe entleert wird, da das Blut durch den Herzschlag aufgebraucht wurde. Das Herz ist sogleich viel weißlicher, auch in seiner Dilatation, und scheint wegen des Blutmangels kleiner zu sein und schließlich schlaffer zu pulsieren, sodass es schließlich zu sterben scheint. Im Gegensatz dazu: Wird die Vene eröffnet, bekommt das Herz wieder seine Farbe und Größe. Wenn man später die Vene lässt und die Arterien ähnlich in einem gewissen Abstand vom Herzen ligiert oder komprimiert, sieht man im Gegensatz dazu, dass sie anschwellen, heftig im Bereich der Kompression, und sich das Herz über das Maß hinaus dehnt und eine purpurrote bis bläuliche Farbe annimmt und schließlich durch das Blut so bedrängt wird, dass man glaubt, es werde erstickt. Entfernt man die Ligaturen, kehrt es wieder in seinen natürlichen Zustand bezüglich Farbe, Größe und Puls zurück.

Man sieht also, dass es zwei Arten des Todes gibt: Auslöschung wegen eines Mangels und Erstickung wegen eines Überflusses. Hier kann man für beides ein Beispiel vor Augen haben und durch die Autopsie am Herzen die von mir behauptete Wahrheit gesichern.

Elftes Kapitel

Die zweite Annahme wird bestätigt.

Damit die zweite von uns zu bestätigende Annahme dem Betrachter umso klarer erscheint, müssen gewisse Experimente ausgeführt werden, aus welchen deutlich wird, dass das Blut, in welches Glied auch immer, über die Arterien eintritt und über die Venen zurückkehrt. Und dass die Arterien Gefäße sind, die das Blut vom Herzen fortleiten und die Venen Gefäße und Leitungsbahnen des Rückflusses des Blutes zum Herzen selbst sind. Und dass das Blut in den Gliedern und Extremitäten entweder über Anastomosen unmittelbar oder mittelbar über Poren im Fleisch, bzw. auf beiderlei Art und Weise von den Arterien in die Venen übertritt; in gleicher Weise, wie zuvor im Herzen und Thorax von den Venen in die Arterien; und deshalb wird klar, dass es von dort nach hier und von hier nach dort, d.h. vom Zentrum in die Extremitäten und von diesen wieder zurück zum Zentrum, im Kreis bewegt wird.

Führt man sodann auch noch in ähnlicher Weise eine Berechnung über die Menge durch, wird dabei klar, dass sie von der aufgenommenen Nahrung nicht zur Verfügung gestellt werden könnte, und auch nicht notwendigerweise für die Ernährung benötigt wird.

Gleichzeitig werden auch einiges über Ligaturen klar werden: Warum Ligaturen „anziehen.“ es geschieht weder durch Wärme, noch Schmerz, noch die Kraft des Vakuums oder aus irgendeiner anderen bislang bekannten Ursache. Und ähnlich, welchen Zweck und welche Funktion die Ligaturen in der Medizin bringen könnten. Und wie sie eine Blutung unterdrücken und hervorrufen, und auf welche Weise sie eine Gangrän und ein Absterben von Gliedern herbeiführen und so bei

der Kastration mancher Tiere und bei der Entfernung von fleischigen Geschwülsten und Warzen von Nutzen sind.

Und da wirklich niemand die rationalen Grundlagen dieser Maßnahmen verstanden hat, folgt daraus, dass auf Grund der Lehre der Alten beinahe ein jeder Ligaturen zur Heilung von Krankheiten anbietet und vorschlägt. Aber nur wenige wenden sie richtig an und unterstützen so ihre Heilbehandlungen.

Eine Ligatur ist einmal straff, einmal moderat.

Ich bezeichne eine Ligatur straff, wenn das Glied überall so eng mit einem Band oder einer Schlinge zusammengeschnürt ist, dass keine pulsierenden Arterien an einem Ort jenseits dieser Ligatur festgestellt werden können. Ein solche verwenden wir bei der Entfernung von Gliedmaßen, um einem Blutfluss vorzubeugen. Auch bei der Kastration von Tieren und der Entfernung von Tumoren verwenden wir sie. Durch diese Ligatur wird der Zustrom von Nahrung und Wärme vollständig unterbunden, und wir sehen, dass die Hoden und riesige Geschwülste verfaulen, absterben und später abfallen.

Ich nenne aber eine Ligatur moderat, wenn sie das Glied allseits, ohne Schmerzen zu verursachen, so komprimiert, dass sie jenseits der Ligatur die Arterie etwas pulsieren lässt. Eine solche wird beim Aderlass zum „Anziehen“ des Blutes verwendet. Auch wenn die Ligatur oberhalb der Ellenbeuge angelegt werden sollte, wird man im Handgelenk beim Tasten die Arterien ein wenig pulsieren spüren, wenn die Ligatur beim Aderlass richtig angelegt wird.

Das Experiment soll nun am Oberarm eines Menschen ausgeführt werden, entweder indem das Band angelegt wird, wie es beim Aderlass verwendet wird, oder mit einer stärkeren Kompression mit der Hand. Das gelingt einfacher bei einem mageren Körper, bei dem die Venen stärker <sichtbar> sind und wenn die Extremitäten (nach Erwärmung des Körpers) warm sind, eine größere Menge Blut in den Extremitäten und der Puls stärker ist: dann wird alles deutlicher erkennbar.

Legt man also eine straffe Ligatur so eng als möglich, sodass es trotz der Kompression noch erträglich ist, an, kann man zuerst beobachten, dass jenseits der Ligatur, d. h. in Richtung Hand keine Arterie im Handgelenk oder sonstwo mehr pulsieren wird. Dann beginnt die Arterie sich unmittelbar oberhalb der Ligatur stärker zu dehnen und stärker, höher und kräftiger zu pulsieren. Nahe der Ligatur selbst schwillt sie sozusagen wie in einem Sturm an, als ob sie den unterbrochenen Fluss und den verhinderten Übertritt zu durchbrechen und zu eröffnen versuchte. Die Arterie erscheint dort stärker gefüllt, als es üblicherweise der Fall ist. Schließlich wird die Hand ihre Farbe und Beschaffenheit behalten. Sie wird lediglich im Laufe der Zeit ein wenig kälter, zieht aber nichts in sich an.

Nachdem diese Ligatur für eine gewisse Zeit angelegt war, soll sie schnell zu einer mäßig starken, wie sie, wie ich sagte, beim Aderlass verwendet wird, gelockert werden, und man wird beobachten, dass

die Hand sich plötzlich färbt und anschwillt an und ihre Venen sich weiten und varikös werden. In einem Zeitraum von zehn oder zwölf Pulsschlägen dieser Arterie wird man, nachdem viel Blut druckvoll eingepresst wurde, eine äußerst geschwollene Hand sehen und dass durch diese mäßige Ligatur eine große Menge Blut hinreichlich angezogen worden ist, ohne Schmerz, Wärme, Flucht vor dem Vakuum oder aus einer anderen bislang erwähnten Ursache.

Wenn man nahe der Ligatur im Moment ihrer Entspannung den Finger genau an die schon pulsierende Arterie anlegt, wird man gleichsam unterhalb das vorbeigleitende Blut spüren.

Weites wird die Person, bei der das Experiment am Oberarm ausgeführt wird, sobald die Ligatur von straff auf mäßig geändert wird, deutlich merken, dass mit dem Puls auch Wärme und Blut eingehen, so, als ob ein Hindernis entfernt worden wäre und sie wird entlang des Verlaufes der Arterien das Gefühl haben, als ob etwas sogleich eingeblasen und hier und da durch die Hand gesandt werde, und dass die Hand sich plötzlich erwärmt und anschwillt.

Wie die Arterien bei strengen Ligaturen oberhalb derselben anschwellen und pulsieren, nicht aber unterhalb der Ligatur, so schwellen, wenn im Gegensatz dazu eine mittelstrenge Ligatur angelegt wird, die Venen unterhalb dieser an und üben einen Widerstand aus, oberhalb aber durchaus nicht, und die Arterien sind kleiner. Ja, wenn man die geschwollenen Venen komprimiert, aber nicht zu stark, wird man kaum sehen, dass sich oberhalb der Ligatur das Blut ausbreitet oder die Venen anschwellen.

So ist daraus für einen jeden bei genauer Beobachtung leicht zu erkennen, dass das Blut über die Arterien einfließt, denn bei deren straffer Ligatur wird nichts angezogen. Die Hand bewahrt die Farbe, es fließt weder etwas ein noch entsteht eine Dehnung. Werden diese Ligaturen aber etwas gelöst (wie bei einer moderaten Ligatur), wird offensichtlich reichlich Blut mit Kraft und Impuls hineingetrieben und schwillt die Hand an: wo die Arterien pulsieren, fließt das Blut in der Hand natürlich weiter, wie bei der moderaten Ligatur: wo aber nicht, wie bei einer straffen Ligatur, keineswegs, außer oberhalb der Ligatur. Wenn jedoch die Venen komprimiert sind, kann nichts über sie einströmen: dass sie unterhalb der Ligatur viel geschwollener sind als oberhalb und als sie gewöhnlich dann sind, wenn die Ligatur entfernt wurde, ist ein Zeichen dafür. Und es ist ganz deutlich so, dass sie bei Kompression nichts den

oberhalb gelegenen zuführen, da die Ligatur den Rückfluss des Blutes über die Venen an die oberen Anteile hindert und die unterhalb der Ligatur gelegenen im geschwollenen Zustand hält.

Die Arterien treiben das Blut mit gutem Grund, da eine mäßig straffe Ligatur kein Hindernis darstellt, mit Kraft und Impuls des Herzens von den inneren Körperteilen über die Ligatur nach außen. Und das ist der Unterschied zwischen einer straffen und moderaten Ligatur, dass jene (die straffe Ligatur) nicht nur den Übergang des Blutes in den Venen, sondern auch in den Arterien unterbricht, diese aber (die moderate) hindert nicht die pulsierende Kraft,

dass sie sich über die Ligatur hinweg ausbreitet und das Blut in die entferntesten Körperteile treibt.

Man kann also daraus schließen: wenn wir sehen, dass bei einer mäßig straffen Ligatur die Venen geschwollen und gedehnt sind und die Hand mit sehr viel Blut gefüllt ist, woher kommt das? Es kommt das Blut entweder über die Venen oder über die Arterien oder über unsichtbare Poren unterhalb der Ligatur an. Von den Venen kann es nicht sein, über unsichtbare Wege noch weniger. Also ist es nach dem Gesagten notwendig, dass es über die Arterien kommt. Dass es über die Venen nicht einfließen kann, ist klar, da es nicht gelingt, das Blut über die Ligatur verkehrt auszupressen, außer man nimmt die ganze Ligatur ab, wobei man sieht, dass plötzlich bei allen Venen die Schwellung zurückgeht, sie sich in die oberen Teile entleeren, die Hand abblasst; und alles vorher Angesammelte, die Schwellung und das Blut sich nach obenhin deutlich rückbildet.

Weiters wird derjenige, dem längere Zeit so die Handwurzel oder der Oberarm ligiert wurde und der deshalb geschwollene und etwas kältere Hände bekommen hatte, bemerken (behaupte ich), dass nach Lösung der moderaten Ligatur ein kaltes Etwas bis in die Ellenbeuge oder die Achselhöhle aufwärts kriecht, gleichzeitig natürlich mit der Rückkehr des Blutes. Ich würde glauben, dass dieser Rückfluss kalten Blutes (nach der „Entlassung“ des Blutes) bis zum Herzen (nachdem die Fessel gelöst wurde) eine Ursache der Bewusstlosigkeit ist, die wir manchmal selbst auch bei robusten Menschen auftreten sehen, besonders nach dem Lösen einer Ligatur. Allgemein sagt man, durch die „Umdrehung“ des Blutes.

Weiters, da wir sogleich nach Lösung einer straffen in eine moderate Ligatur sowohl den Einstrom des Blutes über die Arterien und sogleich die Venen anschwellen sehen, die unterhalb der Ligatur komprimiert sind, nicht aber die Arterien: so ist dies ein Zeichen dafür, dass sowohl das Blut von den Arterien in die Venen (und nicht umgekehrt) fortschreitet, als auch dafür, dass es entweder Anastomosen von Gefäßen gibt, oder die Poren des Fleisches und der festen Körperteile für Blut durchgängig sind. Ein Zeichen dafür, dass sich die meisten Venen untereinander verbinden, ist ebenso, dass bei einer moderaten (oberhalb der Ellenbeuge angelegten) Ligatur viele Venen gleichzeitig vorspringen und anschwellen. Wenn man mit dem Skalpell für das Blut einen Ausgang aus einer einzigen kleinen Vene macht,

schwellen sogleich alle ab, und indem sie sich in diese entleeren, bildet sich die Schwellung fast aller Venen zurück.

Daraus kann ein jeder die Gründe der Anziehung, die durch eine Ligatur auftritt, und vielleicht auch jedes Flusses, erkennen. Nämlich (wie in der Hand durch die Ligatur, die ich eine moderate nenne): die Venen sind komprimiert und das Blut kann nicht ausfließen. So wird notwendiger Weise der Teil angefüllt und muss sich dehnen, da das Blut über die Arterien mit Kraft (natürlich des Herzens) hineingestoßen wird und nicht wieder von da ausfließen kann.

Wie könnte es denn anders sein? Wärme, Schmerz und Kraft des Vakuums ziehen zwar etwas an, aber nur so, dass der Körperteil sich füllt, nicht aber, dass er sich über den normalen Zustand hinaus dehnt oder anschwillt und wegen des eingefüllten, fest mit Kraft eingepressten Blutes derart heftig und plötzlich abgeschnürt wird, dass man sieht, wie das Fleisch sogleich eine Auflösung erleidet und die Gefäße zerreißen. Es ist keinesfalls glaubwürdig oder nachweisbar, dass dies durch Wärme, Schmerz oder Kraft des Vakuums geschehen kann.

Darüber hinaus kann durch eine Ligatur eine Anziehung entstehen, unabhängig von jedem Schmerz, Wärme und jeder Kraft des Vakuums. Wenn nun durch einen Schmerz auch Blut angezogen wird, auf welche Weise schwellen die Hand und Finger unterhalb der Ligatur an und werden die Venen varikös, wenn im Bereich der Ellenbeuge am Oberarm eine Ligatur angelegt worden ist (da doch wegen der Kompression der Ligatur dorthin das Blut über die Venen nicht gelangen kann)? Und warum wird oberhalb der Ligatur an der Ellenbeuge weder ein Zeichen einer Schwellung oder Anfüllung, keine Schwellung der Venen, noch eine Spur einer Anziehung oder eines Anstromes sichtbar?

Aber der offensichtliche Grund für die Anziehung unterhalb der Ligatur und die unnatürliche Schwellung in der Hand und in den Fingern ist doch sicherlich, dass Blut mit Kraft im Übermaß einfließt, aber nicht ausströmen kann. Oder ist der Grund aller Schwellung (wie es bei Avicenna steht) oder bedrängenden Überfüllung in einem Körperteil, dass die Zufuhrwege offen, die Ausflusswege geschlossen sind und deshalb eine Überfülle eintreten und eine Schwellung auftreten muss?

Oder kommt es auch davon, dass bei entzündlichen Tuberkulomen, solange die Schwellung an Größe zunimmt und noch nicht ganz entwickelt ist, dort ein voller Puls nachweisbar ist, besonders bei wärmeren Schwellungen, bei denen die Größenzunahme ganz plötzlich vor sich zu gehen pflegt? Aber das sind Fragen für eine spätere Untersuchung. Ob auch das, was ich zufällig an mir selbst erfahren habe, davon kommt? Ich bin einmal vom Wagen gefallen und habe mir die Stirne im Bereich, wo ein Ast der Arterie von den Schläfen heraustritt, angestoßen. Sofort, etwa zwanzig Pulsschläge nach dem Schlag selbst, trat eine eigroße, farblose und kaum schmerzhaftige Schwellung auf: natürlich wurde wegen der Nähe zur Arterie in die geprellte Stelle Blut viel stärker und schneller hineingestoßen.

Daraus wird auch klar, warum wir beim Aderlass, wenn wir wollen, dass das Blut längere Zeit hindurch vorquillt und kräftiger ausströmt, oberhalb des Einschnittes ligieren und nicht unterhalb. Wenn nun eine derart große Menge von den Abschnitten oberhalb der Ligatur über die Venen von dort ausfließen würde, wäre jene Ligatur nicht nur nicht hilfreich, sondern hinderlich. Man müsste wahrscheinlich eher unterhalb ligieren, damit das Blut reichlicher ausflöbe, wenn es aus den oberhalb gelegenen Teilen dorthin über die Venen abstiege und es über sie ausflöbe. Da es aber woanders her, über die Arterien, in die unteren Venen hineingedrängt wird, aus welchen der Rückfluss über die Ligatur gehemmt wird, schwellen

die Venen an und können es gedehnt mit stärkerem Impuls über die Öffnung hinausschleudern und längere Zeit auswerfen. Siehe, bei gelöster Ligatur, wenn der Weg für den Rückfluss offen ist, tritt es nicht stärker als tropfenweise aus. Und was alle wissen: wenn man bei der Durchführung eines Aderlasses das Band löst, oder wenn man unterhalb ligiert, oder das Glied mit einer allzu strengen Ligatur abschnürt, dann geht das Blut ohne Impuls ab, da natürlich der Zugangsweg und Einfluss des Blutes über die Arterien unterbrochen ist, wenn die Ligatur der Arterien straff ist. Anderenfalls, wenn die Ligatur gelöst wurde, ist der Rückfluss über die Venen reichlicher.

Zwölftes Kapitel

Die Existenz eines Blutkreislaufes ergibt sich aus der Bestätigung der zweiten Annahme.

Da es sich so verhält, steht fest, dass auch das andere bestätigt werden kann, was ich zuvor über den kontinuierlichen Fluss des Blutes über das Herz gesagt habe. Wir sehen nämlich, dass das Blut von den Arterien in die Venen hinüberfließt und nicht von den Venen in die Arterien. Wir sehen darüber hinaus, dass beinahe das gesamte Blut aus dem Arm selbst entnommen werden kann (und dies durch eine mit einem Skalpell eröffneten Hautvene, wenn die Ligatur passend ist). Wir sehen ferner, dass es sich mit einem solchen Impuls und so reichlich ergießt, dass nicht nur das vor der Eröffnung der Vene im Arm unterhalb der Ligatur enthaltene Blut sich in kurzer Zeit schnell entleert, sondern aus dem ganzen Arm und ganzen Körper, ebenso aus den Arterien wie aus den Venen.

Man muss deshalb eingestehen, dass es zuerst mit Kraft und Impuls zugeführt und mit Kraft unter die Ligatur hineingepresst wurde. Mit Kraft und Impuls fließt es nämlich aus, und ebenso durch den Schlag und die Kraft des Herzens. Kraft und Impuls des Blutes stammen nämlich ausschließlich vom Herzen.

Ferner muss man in ähnlicher Weise eingestehen, dass dieser Fluss vom Herzen ausgeht und nachdem auf diesem Weg der Übertritt erfolgte, aus den großen Venen über das Herz ausfließt, da es unterhalb der Ligatur über die Arterien eintritt und nicht über die Venen, und die Arterien niemals Blut von den Venen empfangen, außer von der linken Herzkammer.

Auf absolut keine andere Weise könnte nämlich aus einer Vene (wenn oberhalb eine Ligatur gesetzt wurde) eine derart große Menge entzogen werden, insbesondere mit solchem Impuls, so reichlich, so leicht und so plötzlich, wenn es nicht als Konsequenz auf die genannte Weise durch das Herz, mit Kraft und Impuls erfolgt.

Und wenn es sich so verhält, können wir davon ausgehend über die Menge des Blutes eine Berechnung anstellen und über die kreisförmige Bewegung des Blutes sehr klar argumentieren. Wenn es nämlich jemand beim Aderlass (mit dem Ausfluss und Impuls, mit dem es hervorzufließen pflegt) zulässt, dass es eine halbe Stunde lang hervortritt, besteht für

niemanden ein Zweifel, dass, da der größte Teil (des Blutes selbst) entleert wurde, es zu einer Bewusstlosigkeit und einer Synkope kommt und nicht nur die Arterien, sondern auch die großen Venen beinahe blutleer werden. Es ist deshalb vernünftig anzunehmen, dass in der Zeitspanne einer halben Stunde ebenso viel von der *vena cava* über das Herz in die *aorta* übertritt. Weiters, wenn man berechnet, wieviel Unzen Blut durch einen Arm hindurchfließen, oder wieviele während 20 oder 30 Pulsschlägen unter eine mäßige Ligatur gedrängt werden, ergäbe sich gewiss die Möglichkeit zur Abschätzung, wieviel zwischenzeitlich durch den anderen Arm, durch beide Unterschenkel, die beiden Halsseiten und durch alle anderen Arterien und Venen des Körpers inzwischen hindurchgetreten ist. Für alle das muss der Fluss durch die Lungen und die Herzkammern laufend neues Blut zuführen. Und es ist notwendig, dass über die Venen ein Kreislauf entsteht, da das Blut ja von der Nahrung nicht ergänzt werden kann und bei weitem mehr ist, als der Ernährung der Körperteile entspricht.

Weiters ist zu beachten, dass bei der Anwendung des Aderlasses es manchmal gelingt, diese Wahrheit zu bestätigen. Denn, obwohl man den Oberarm richtig ligiert und mit dem Skalpell in der gebotenen Weise eingeschnitten hat, die Öffnungen angepasst, und alles kunstgerecht durchgeführt hat, tritt dennoch, wenn Angst (aus irgendeinem beliebigen Grund, z.B. durch eine Geistesverwirrung) oder Bewusstlosigkeit eintritt und das Herz schlaffer pulsiert, keinesfalls Blut aus, außer tropfenweise. Dies besonders, wenn die Ligatur etwas zu fest angelegt wurde. Der Grund ist, dass ein schlafferer Puls und eine schwächere eintreibende Kraft eine komprimierte Arterie nicht wieder eröffnen und das Blut unter die Ligatur drängen können. Ja, ein schwaches und schlaffes Herz kann es nicht über die Lungen herleiten oder von den Venen in die Arterien in großer Menge überführen. Derart, durch den selben Mechanismus und Grund beruhigt sich auch die Menstruationsblutung der Frau und jegliche Blutung. Im Gegensatz dazu wird auch klar: nachdem sich die Sinne gesammelt haben, die Angst beseitigt ist, wenn die Patienten zu sich kommen und sich die pulsierende Kraft schon gebessert hat, wird man sehen, dass die Arterien sogleich stärker auch im ligierten Teil pulsieren, sich in der Handwurzel bewegen, und dass das Blut in einem kontinuierlichen Strahl weiter aus der Öffnung hervorspritzt.

Dreizehntes Kapitel

Die dritte Annahme, und dass es auf Grund der dritten Annahme einen Kreislauf des Blutes gibt, wird bestätigt

Soweit über die Menge des über das Herz und die Lungen im Zentrum des Körpers und ähnlich von den Arterien in die Venen im Körperbau übertretenden Blutes. Es bleibt noch, dass wir erklären, auf welche Weise das Blut über die Venen von den Extremitäten zum Herzen zurückläuft und in welchem Sinne die Venen Gefäße sind, die lediglich Blut von

Extremitäten an das Zentrum ableiten. Haben wir das gemacht, sind wir überzeugt, dass jene drei fundamentalen Annahmen für einen Blutkreislauf klar, wahr und fest sein werden, um ausreichend Glaubwürdigkeit zu gewinnen.

Das wird mit Hilfe der Klappen, welche im Hohlraum der Venen gefunden werden, aus ihrer Funktion und aus Beobachtungen bei Experimenten ausreichend klar werden.

Der berühmte Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, ein außerordentlich erfahrener Anatom und verehrenswürdiger alter Herr oder, wie der gelehrte Riolan behauptet, Jacobus Silvius, hat als erster in den Venen membranförmige Klappen dargestellt, die eine sigmaförmige oder halbmondförmige Gestalt besitzen, kleine Erhebungen der inneren Auskleidung der Venen aufwerfen und sehr zart sind. Sie sind an bei den einzelnen Menschen unterschiedlich entfernten Orten lokalisiert; sie entstehen aus der Wand der Vene und sind nach oben, in Richtung auf die Wurzeln der Venen und in die Mitte des Lumens der Vene hin, ausgerichtet. Beide (es sind nämlich meistens zwei) entsprechen und berühren einander. In den Extremitäten eignen sie sich daher so zur Vereinigung und zum Zusammenschluss, dass, wenn etwas von der Wurzel der Venen in die Äste, oder von den größeren in die kleineren hindurchginge, sie es gänzlich aufhalten würden. Sie sind so lokalisiert, dass die Hörner der folgenden der Mitte der Konvexität der vorgehenden (und so abwechselnd) entsprechen.

Die rechte Funktion dieser Klappen hat ihr Entdecker nicht verstanden und es haben auch andere nichts hinzugefügt: sie sind nämlich nicht dafür da, das Blut daran zu hindern gänzlich durch sein Gewicht in die unteren Teile zu stürzen: Sie richten sich nämlich in den Halsvenen nach unten und verhindern, dass das Blut nach oben getragen wird; sie richten sich aber nicht überall nach oben aus, sondern immer nach den Wurzeln der Venen und überall nach dem Ort des Herzens hin. Ich habe sie, wie andere auch, einmal bei den „abschöpfenden“ Venen und in Ästen der Mesenterialvene, welche sich in Richtung Hohlvene und Portalvene ausrichteten, gesehen. Hinzuzufügen ist, dass es in den Arterien keine gibt. Bemerkt werden soll, dass Hunde und alle Rinder Klappen in der Aufteilung der Unterschenkelvenen, am Beginn des Steißbeines, oder in jenen Ästen nahe der Hüfte besitzen. Bei allen diesen Venen besteht keine Gefahr wegen einer aufrechten Haltung.

Und auch nicht wegen der Gefahr eines Schlaganfalles (wie andere meinen) sind in den Halsvenen Klappen, da im Schlaf die Materie eher über die Schlafarterien in den Kopf einfließt.

Auch nicht, dass das Blut in den Verzweigungen verweilt und in kleine Äste und nicht alles in die offeneren und voluminöseren einschießt. Sie sind nämlich auch dort positioniert, wo es keine Verzweigungen gibt, wenn sie auch, ich gestehe, häufiger beobachtet werden, wo es welche gibt.

Auch nicht, dass die Bewegung des Blutes vom Körperzentrum nur verlangsamt werde (es ist nämlich wahrscheinlicher, dass es von sich aus langsam genug von den großen in die kleinen Äste

hineindrängt, von der Masse und der Quelle getrennt wird, oder von wärmeren Orten zu kälteren übertritt). Sondern: die Klappen sind ausschließlich dafür gemacht, dass sich das Blut nicht von den großen Venen in die kleineren bewegt und so jene auseinanderreisst oder Krampfadern verursacht; dass es nicht vom Körperzentrum zu den Extremitäten, sondern eher von den Extremitäten zum Zentrum fortschreitet. So öffnen sich für diese Bewegung die zarten Klappen leicht, den Gegenfluss unterbinden sie vollständig. Sie sind so positioniert und angeordnet, dass, wenn etwas Blut beim Übertritt über die Hörner der oberhalb gelegenen Klappen zu wenig behindert wird, und sozusagen über Ritzen entrinnt, die Konvexität der darunter folgenden, welche quer positioniert ist, es aufnimmt und anhält, damit es nicht weiter übertritt.

Ich habe häufig bei der Sektion von Venen die Erfahrung gemacht, dass, wenn ich von der Venenwurzel ausgehend eine Sonde (mit soviel Sorgfalt, wie ich konnte) in Richtung auf schwächere Venenäste vorschob, ich sie wegen des Hindernisses der Klappen nicht weiter einbringen konnte; im Gegensatz aber dazu, hinaus, von den Ästen in Richtung Wurzel sehr leicht. An vielen Stellen sind zwei Klappen gegenseitig so positioniert und einander angepasst, dass sie sich genau (wenn sie angehoben werden) in der Mitte des Lumens der Venen verbinden und vereinigen, wobei die Enden miteinander verschränkt sind, sodass weder mit dem Auge, noch bei genauerer Untersuchung eine Ritze oder die Verbindungsstelle erkennbar ist. Im Gegensatz dazu: führt man einen eingeführten Stift hinaus, geben sie nach und (in der Art von Klappen, durch die der Lauf von Gewässern gehindert wird) werden sehr leicht zurückgelegt, sodass sie den vom Herzen und der *vena cava* kommenden Blutfluss unterbinden, und wenn sie sich an mehreren Stellen entfalten und dabei exakt schließen, ihn hemmen und vollständig hindern, wenn sie sich auf beiden Seiten entfalten und dabei exakt schließen. Und sie lassen es niemals zu, dass sich aufwärts zum Kopf, oder abwärts zu den Füßen, oder zur Seite der Arme, das Blut vom Herzen (derart sind sie gebaut) bewegt. Sondern sie widersetzen sich und stehen jeglicher Bewegung des Blutes entgegen, die von den großen Venen ausgeht und in den kleineren endet. Diejenige, die an den kleinen Venen beginnt und bei den größeren endet, unterstützen sie und bereiten ihr einen freien, offenen Weg.

Aber damit diese Wahrheit noch deutlicher klar wird, soll der Oberarm oberhalb der Ellenbeuge bei einem lebenden Menschen – als ob man einen Aderlass machen wollte –

abgebunden werden (A A).⁶³ In Intervallen werden, besonders bei Landarbeitern und Menschen mit varikösen Venen, so etwas wie Knoten und kleine Erhebungen erscheinen (B, C, D D, E, F). Nicht nur dort, wo eine Verzweigung sich befindet (E. F), sondern auch dort, wo keine ist (C. D). Und diese Knoten werden durch die Klappen hervorgerufen, die auf diese Weise im äußeren Teil der Hand und der Ellenbeuge erscheinen. Wenn man aber (vom Knoten ausgehend nach unten durch Kompression mit dem Daumen oder dem Finger) das Blut von jenem Knoten bzw. der Klappe wegtreibt (H, Abbildung 2), wird man erkennen, dass (da es die Klappe gänzlich verhindert) kein Blut nachfolgen kann (und man wird sehen), dass der zwischen Erhebung und herabgezogenem Finger liegende Teil der Vene (H. O., Abbildung 2), nicht

⁶³ Die Buchstaben in den Klammern bezeichnen in den Abbildungen 1 bis 4 der Originalpublikation 1628 die Venenklappen (siehe Abbildung).

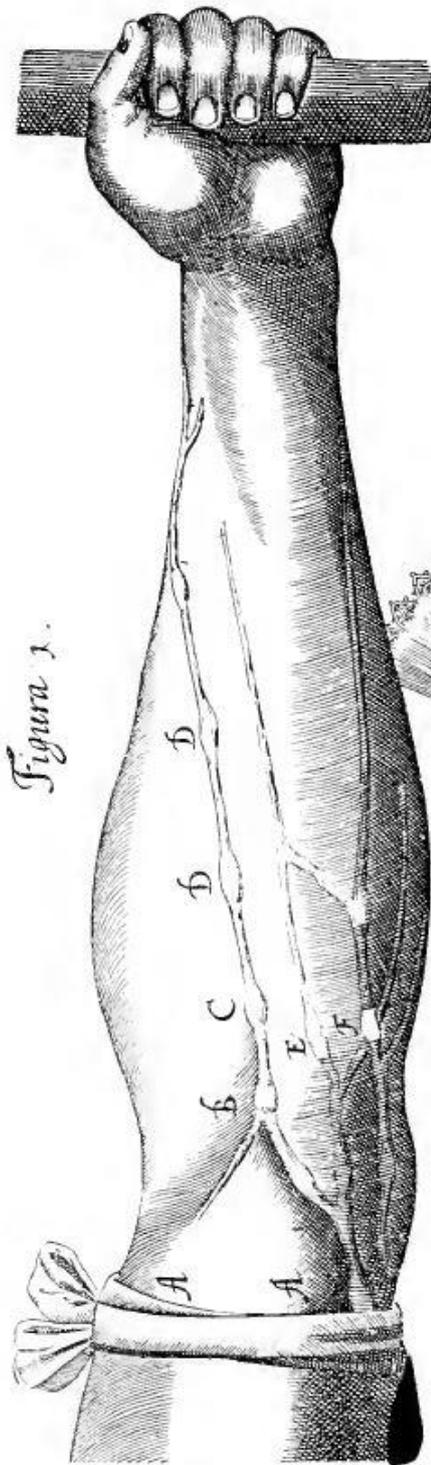


Figura 1.

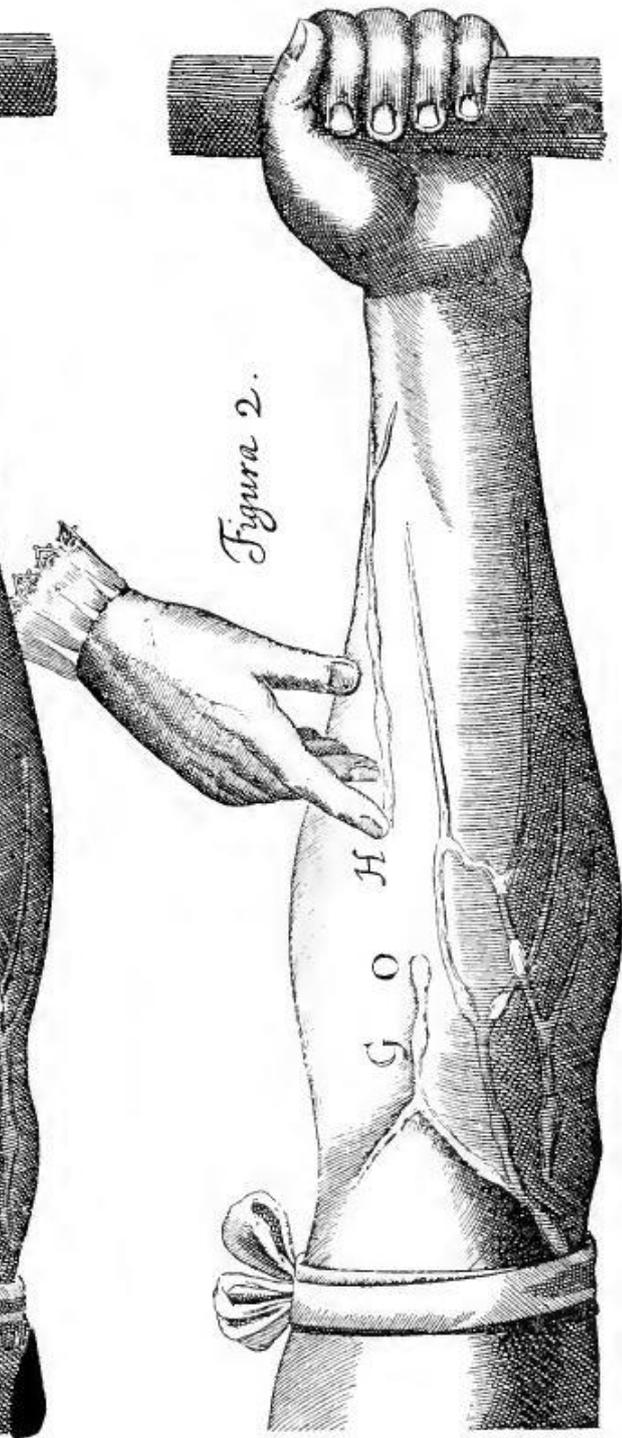


Figura 2.

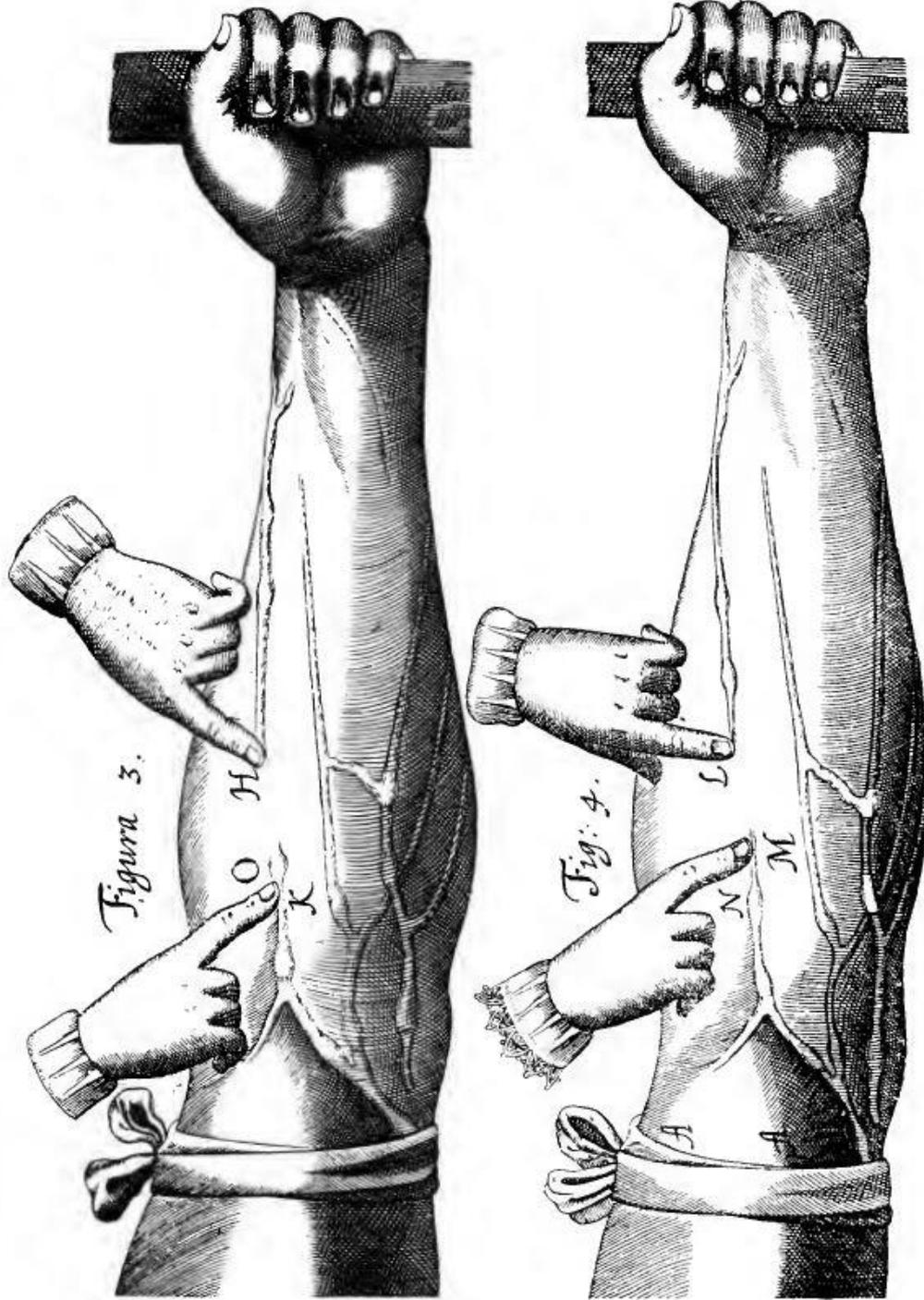
mehr zu sehen ist. Und dennoch, oberhalb der Erhebung bzw. der Klappe ist sie ausreichend gedehnt (O. G.): ja, wenn man das derart zurückgedrängte Blut (H) und die geleerte Vene festhält und mit der anderen Hand gegen den oberen, gedehnten Teil der Klappen (O., Abbildung 3) nach unten presst (K., Abbildung 3), wird man sehen, dass durch keine noch so große Kraftanstrengung (das Blut) über die Klappen hinweg gedrängt oder bewegt werden kann, sondern, man wird sehen, dass, je stärkere Versuche man anstellt, umso geschwollener und gedehnter die Vene im Bereich der Klappe (O., Abbildung 3) oder der Erhöhung (O., Abbildung 3), und dennoch darunter leer sein wird. (H. O., dritte Abbildung).

Da dies ein jeder an vielen Stellen prüfen kann, ist klar, dass die Aufgabe der Klappen in den Venen dieselbe ist, wie die jener drei sigmaförmigen Klappen, welche in der Öffnung der Aorta und der Pulmonalarterie ausgeführt sind; d. h. dass sie sich exakt schließen, damit sie nicht zulassen, dass das durchströmende Blut zurückfließt.

Ferner, hat man den Oberarm wie zuvor [A. A.] ligiert und sind die Venen angeschwollen, wird man, wenn man etwas unterhalb der Erhebung bzw. der Klappe auf die Vene eine Zeit lang [L., Abbildung 4] einen Druck ausübt und später mit dem Finger [M] das Blut aufwärts bis über die Klappe [N.] presst, sehen, dass jener Abschnitt der Venen leer bleibt [L N] und nicht verkehrt über die Klappen rückfließen kann, wie es in H. O. der Abbildung 2 dargestellt ist. Nimmt man aber den Finger weg [H., Abbildung 2], wird sie wieder von den unteren Abschnitten her gefüllt und ist wie D. C. in Abbildung 1, sodass eindeutig feststeht, dass das Blut in den Venen aufwärts von den unteren Abschnitten zu den oberen und zum Herzen bewegt wird und nicht umgekehrt. Und wenn auch stellenweise Klappen, welche sich nicht so exakt schließen, oder wo nur eine Klappe vorhanden ist, den Übertritt des Blutes vom Zentrum nicht gänzlich zu verhindern scheinen, ist es trotzdem meistens der Fall. Oder wenigstens scheint, was an einem Ort nachlässiger abzulaufen schien, durch die Häufigkeit und Sorgsamkeit der Anordnung der nachfolgenden Klappen oder auf eine andere Weise ausgeglichen zu werden. Die Venen sind also breite, offenstehende Wege für den Rückfluss des Blutes zum Herzen, aber für das aus dem Herzen ausfließende Blut vollständig verschlossen. Auch das muss noch angemerkt werden: ligiert man bei einem lebenden Mann wie zuvor den Oberarm und es schwellen die Venen an und die Knoten oder Klappen werden sichtbar, so lege man einen Daumen unterhalb einer Klappe, dort wo man die nachfolgende beobachten kann, auf, sodass die Vene zusammengesprengt wird und kein Blut von der Hand

hinauf fortschreitet. Presst man nun mit einem Finger das Blut von jenem Venenabschnitt nach oben über die Klappe [L. N.], wie es zuvor beschrieben wurde und entfernt nun den Finger [L.], lasse man ihn von den unteren Abschnitten wieder gefüllt werden [wie D. C.], drücke wieder mit dem Daumen und presse das Blut nach oben aus [L. N., Abbildung 4 und H. O., Abbildung 3 oder 2] und mache das tausendmal in kurzer Zeit.

Führt man nun eine Berechnung aus (indem man annimmt, wieviel bei einer Kompression nach obenhin über die Klappe transportiert wird, und mit der Zahl Tausend multipliziert), wird man finden, dass



eine derartige Menge Blutes auf diese Art über einen Abschnitt einer einzigen Vene in kurzer Zeit transportiert worden ist, sodass du, so glaube ich, wegen seiner schnellen Bewegung völlig überzeugt sein kannst vom Kreislauf des Blutes.

Damit du nicht sagst, dass durch dieses Experiment der Natur Gewalt angetan wird, führe es bei Abschnitten mit weit entfernten Klappen aus. Da wirst du sehen, wenn man den Daumen möglichst schnell entfernt, wie schnell das Blut nach oben vorläuft und die Vene sich vom unteren Anteil her wieder füllt. Ich zweifle nicht, dass es für dich damit geklärt sein wird.

Vierzehntes Kapitel

Schlussfolgerung der Darstellung über den Blutkreislauf.

Jetzt endlich ist es möglich, unsere Vorstellung vom Kreislauf des Blutes darzustellen und allen vorzulegen.

Nachdem all dies durch Überlegungen und beobachtbare Experimente bestätigt ist, dass nämlich das Blut durch den Puls der Ventrikeln durch die Lungen und das Herz hindurchgeht und in den gesamten Körper hineingepresst und hineingebracht wird, dort sodann in die Venen und die Poren des Fleisches eindringt, und durch die Venen selbst – von den kleinen in die größeren – von überall von der Zirkumferenz zum Zentrum zurückfließt, und von dort in die *vena cava*, endlich zur *auricula* des Herzens gelangt und dies in einer derartig großen Menge, in einem derart großen Fluss und Rückfluss von dort durch die Arterien dahin, von da durch die Venen wieder hierher zurück, dass es durch die Nahrung nicht bereitgestellt werden könnte, und in einem viel größeren Ausmaß freilich, als für die Ernährung ausreichend sein würde, ist es notwendig, zu schließen, dass das Blut bei den Lebewesen durch eine Art zirkuläre Bewegung im Kreis getrieben wird und in andauernder Bewegung ist. Und dies ist die Tätigkeit bzw. Funktion des Herzens, die es durch den Puls bewirkt; und überhaupt liegt eine einzige Ursache für die Bewegung und den Puls des Herzens vor.

Fünfzehntes Kapitel

Der Kreislauf des Blutes wird durch wahrscheinliche Schlussfolgerungen bestätigt.

Aber es dürfte nicht abwegig sein, auch noch hinzuzufügen, dass es auf Grund gewisser allgemeiner Überlegungen passend und notwendig ist, dass es sich so verhält. Erstens (wie Aristoteles in *de respiratione* und im zweiten und dritten Buch *de partibus animalium* und an anderen Orten schreibt), da der Tod ein Zugrundegehen auf Grund des Erlöschens der Wärme ist und alles Leben warm, das Sterbende aber kalt ist, muss es einen Ursprungsort der Wärme geben,

sozusagen einen Herd und eine Feuerstelle, worin der natürliche Zunder und der Ursprung des mit der Geburt entstehenden Feuers enthalten ist und bewahrt wird, von dem wie vom Ursprung die Wärme und das Leben in alle Teile fließt, und die Nahrung hinzukommt und die Verkochung, Ernährung und jegliche Belebung abhängen.

Und ich wünschte mir, dass niemand bezweifelt, dass dieser Ort das Herz und dieses in der genannten Weise das Prinzip des Lebens ist.

Das Blut bedarf folglich der Bewegung, und zwar einer derartigen, dass es zum Herzen wieder zurückkehrt: Wenn es nämlich weit entfernt von seiner Quelle in den äußeren Teilen des Körpers verweilt (wie Aristoteles im zweiten Buch *de partibus animalium* schreibt), würde es unbewegt gerinnen (wir sehen nämlich, dass durch die Bewegung in allen Teilen Wärme und die *spiritus* gebildet und erhalten werden, in Ruhe aber vergehen). Dann hat das durch die Kälte der Extremitäten und Umgebung verfestigte oder geronnene Blut auch keinen *spiritus* mehr (wie bei Verstorbenen), sodass es notwendig ist, dass es von seiner Quelle und Ursprung sowohl Wärme als auch *spiritus* und überhaupt seine gesunde Konstitution wiedererlangt und durch die Rückkehr erneuert.

Wir sehen, wie durch äußere Kälte die Extremitäten manchmal schmerzen, sodass die Nase, Hände und Wangen bläulich wie die von Sterbenden erscheinen. Das Blut in ihnen (wie bei Leichnamen, wo es an tiefere Stellen abzusinken pflegt) ist bläulich und die Glieder sind ausgesprochen gefühllos und bewegen sich nur mit Mühe, sodass sie beinahe das Leben verloren zu haben scheinen. Sicherlich würden sie auf keine andere Weise wieder (besonders so schnell) Wärme, Farbe und Leben erlangen, würden sie nicht durch einen neuen, vom Ursprung herkommenden Anstrom und Einwirkung von Wärme erwärmt. Wie könnten sie nämlich etwas an sich ziehen, da ihnen doch die Wärme und das Leben beinahe ausgelöscht wurden? Oder, da ja bei ihnen die Öffnungen und mit geronnenem Blut erfüllt sind, wie würden sie der ankommenden Nahrung und dem Blut einen Zugang gewähren, wenn sie nicht den Inhalt zuvor beseitigten. Und überhaupt: wenn kein Herz als ein Prinzip dieser Art vorhanden wäre, wo, nachdem sich die Extremitäten abgekühlt haben, das Leben und die Wärme (wie Aristoteles *de respiratione* 2 schreibt) bestehen bleibt und woher über die Arterien durch einen Transport von neuem, warmem, mit *spiritus* angereichertem Blut, das was

erkaltet und erschöpft ist, vorangetrieben wird. Und <wenn nicht> alle Teile die erschöpfte Wärme und den beinahe erloschenen Zündstoff des Lebens regenerierten.

Deshalb ist es möglich, dass, solange das Herz unbeschadet ist, in allen übrigen Teilen das Leben wiedererlangt und die Gesundheit wiedergewonnen werden kann. Kaltet aber das Herz einmal aus oder wird von einer schweren Krankheit erfasst, muss notwendiger Weise das ganze Tier leiden und zugrundegehen, da das Prinzip zugrundegeht und leidet. Es gibt nämlich nichts (wie Aristoteles in *De partibus animalium* 3 sagt), was sich selbst oder anderen, die von ihm abhängig sind, Hilfe bieten kann. Und das ist nebenbei gesagt vielleicht der Grund, warum in der Trauer, in der Liebe, bei der Eifersucht, bei Sorgen und derartigem Schwäche und Gewichtsverlust auftreten oder eine Störung der Säfte und eine große Anzahl von Verdauungsstörungen, welche alle Krankheiten verursachen und die Menschen

niederwerfen. Jede Geisteskrankheit nämlich, da sie mit Schmerz, Freude, Hoffnung oder Angst den menschlichen Geist erregt, schlägt sich auch auf das Herz und verursacht dort eine Veränderung vom natürlichen Zustand bezüglich Maß, Puls und den übrigen Aspekten. Es sollte überhaupt nicht verwunderlich scheinen, dass dies durch eine Verunreinigung der gesamten Nahrung und Schwächung der Kräfte am Beginn verschiedene Arten von unheilbaren Erkrankungen in den Gliedern und im Körper nach und nach hervorbringt, da ja der ganze Körper im Fall einer verdorbenen Nahrung und Mangel an eingeborener Wärme erkrankt.

Weiters, da von einer im Inneren verkochten Nahrung alle Tiere leben, muss die Verkochung vollständig sein, eine Verteilung und daher ein Ort und ein Behältniss existieren, wo die Nahrung aufbereitet und von wo sie in die einzelnen Glieder abgeleitet wird. Dieser Ort aber ist das Herz, da es allein von allen Teilen (nicht nur in der Kranzarterie und Kranzvene zum eigenen Gebrauch), auch in seinen Höhlungen wie in Zisternen und Speichern (d. h. den *auriculae* und Ventrikeln) zum allgemeinen Gebrauch Blut enthält, alle übrigen Teile haben es lediglich zum eigenen Zweck und privaten Gebrauch in den Gefäßen. Und das Herz alleine ist so gelagert und aufgebaut, dass es von dort aus durch seinen Pulsschlag das Blut in alle Körperteile gleichmäßig (dies entsprechend der gesetzmäßigen Verhältnisse und der Proportionen der Hohlräume der Arterien, welche einen jeglichen kleinen Körperabschnitt versorgen) zumisst und verteilt und auf diese Weise für den Bedarf (sozusagen aus einer Schatzkammer und Quelle) reichlich spendet.

Weiters, für diese Verteilung und Bewegung des Blutes bedarf es eines heftigen Impulses und eines Impulsgebers, wie es das Herz einer ist. Da das Blut spontan (sozusagen zum Ausgangspunkt, als ein Teil zum Ganzen hin, so wie verspritzter Wassertropfen zu auf einem Brett zur Masse) sich leicht vereinigt und zusammengeht (wie es auch schon bei leichten Ursachen sehr schnell der Fall ist, z. B. durch Kälte, Angst, Schrecken und andere Gründe dieser Art), zudem, weil es von den Kapillarvenen in die kleinen Verästelungen und von dort in die größeren durch die Bewegung der Glieder und die Kompression der Muskeln ausgepresst wird, neigt das Blut leichter dazu, sich von der Zirkumferenz in das Zentrum zu bewegen, als in entgegengesetzte Richtung (obwohl keine Klappen als Hindernis dafür vorhanden sind). Damit es dort aber seinen Ausgangspunkt verlässt und in beengtere und kältere Bereiche eingeht und entgegen der spontanen Richtung sich bewegt, braucht das Blut

einen heftigen Impulsgeber. Ein solcher ist alleine das Herz, in der Art und Weise, wie es beschrieben wurde.

Sechzehntes Kapitel

Der Kreislauf des Blutes wird aus den Konsequenzen bestätigt.

Es gibt darüberhinaus Probleme, die sich aus dieser vorgelegten Wahrheit gleichsam als Konsequenz ergeben und die als vertrauensbildende Maßnahmen, gleichsam *a posteriore*, nicht unbrauchbar sind. Obwohl diese Probleme sonst in große Zweideutigkeit und

Unklarheit v erwickelt scheninen, lassen sich von hier (der vorgelegten Wahrheit) die Gründe und Ursachen leicht angeben.

Derartiges sehen wir bei Ansteckungen, bei infizierten Wunden, Schlangenbissen, oder Bissen tollwütiger Hunde, bei der Syphilis und ähnlichem: wie es möglich ist, dass unverletzte kleine Körperteile nur durch Kontakt den ganzen Körper krank machen können (wie sich die Syphilis, obwohl die Geschlechtsorgane manchmal unversehrt sind, zu allererst entweder durch Schmerzen im Bereich der Schulterblätter oder des Kopfes oder durch andere Symptome bemerkbar zu machen pflegt)? Ich habe auch gefunden, dass nach dem Biss eines tollwütigen Hundes nach Abheilung der Wunde dennoch Fieber oder die übrigen schrecklichen Symptome aufgetreten sind. Dass das zuerst in den Körperteil eingebrachte kontagiöse Agens gemeinsam mit dem zurücklaufenden Blut zum Herzen transportiert wird und von dort den gesamten Körper nachträglich befallen kann, wird daraus klar. Beim Dreitagefieber befällt die krankheitsauslösende Ursache zu Beginn das Herz, hält sich im Bereich des Herzens und der Lungen auf und verursacht Kurzatmigkeit und Atemnot und bewirkt einen Leistungsverlust, da das Lebensprinzip beeinträchtigt und das Blut in die Lungen hineingedrängt und verdickt wird und nicht hindurchgeht (ich spreche aufgrund meiner Erfahrung bei der Sektion von Patienten, die am Anfang der Erkrankung verstorben sind), der Puls ist dann immer schnell und niedrig, dann und wann unregelmäßig. Erhöht sich aber die Wärme, wird die Materie verdünnt, werden die Leitungsbahnen eröffnet und wird ein Durchgang gemacht, so beginnt sich der gesamte Körper zu erwärmen, die Pulse werden höher und stärker und es tritt ein Fieberanfall auf, da die Wärme, die offenbar in unnatürlicher Weise im Herzen entflammt war, von dort mit der krankmachenden Materie über die Arterien in den gesamten Körper diffundiert. Diese Materie wird auf diese Weise von der Natur überwunden und aufgelöst.

Warum extern applizierte Medikamente ihre Kräfte auch im Inneren ausüben, als ob sie im Inneren aufgenommen worden wären, wird ebenfalls daraus klar (Kürbis und Aloe lösen den Bauch, Canthariden verursachen eine Harnflut, Lauch im Bereich der Fußsohlen aufgebracht fördert die Expektion, Cordialia kräftigen und sehr vieles dieser Art): es ist wahrscheinlich nicht unvernünftig zu sagen, dass, wenn man etwas außen aufbringt, die Venen über Öffnungen davon aufnehmen und es mit dem Blut nach innen tragen (auf keine

andere Weise, als jene im Mesenterium, aus den Gedärmen den Chylus herausaugen und gemeinsam mit dem Blut zur Leber schaffen).

Denn in das Mesenterium tritt das Blut über die *arteria coeliaca*, *arteria mesenterica superior* und *inferior* ein. Es gelangt in die Gedärme und kehrt von diesen gemeinsam mit dem in die Venen aufgenommen Chylus über die reichlichen Verzweigungen dieser Venen an die Leberpforte zurück von ihr in die *vena cava*. Das ist der Grund, warum entgegen der Meinung vieler, das Blut in diesen Venen dieselbe Farbe und Konsistenz aufweist, wie in den anderen Venen auch. Es ist nicht notwendig, der unwahrscheinlichen Annahme zu folgen, dass unpassender Weise zwei gegenläufige Flüsse in jedem Kapillarstamm entstehen, der des Chylus nach oben und der des Blutes

nach unten. Oder wird das etwa nicht durch die höchste Voraussicht der Natur bewirkt: Wenn der Chylus mit dem Blut, das Rohe mit dem Verkochten, zu gleichen Teilen vermengt würde, würde keine Verkochung, Verwandlung und Blutbildung daraus entstehen, sondern eher (da sie entsprechend aktiv und passiv sind) eine Mischung durch die Vereinigung unterschiedlicher Substanzen und somit etwas Mittleres, wie bei der Mischung von Wein und Wasser und bei der Limonade. Ja wirklich, wenn eine geringe Menge Chylus viel vorbeifließendem Blut auf diese Weise beigemischt wird, sozusagen in einer unbedeutenden Menge, geschieht dies leichter (wie Aristoteles sagt), da, setzt man einen Tropfen Wassers einem Fass Wein zu, oder auch im umgekehrten Fall, das ganze kein Gemisch, sondern Wein oder Wasser ist. So findet sich in aufgeschnittenen Mensenterialvenen weder Nahrungsbrei, noch Chylus, noch Blut, weder getrennt, noch vermischt, sondern Blut, welches an Farbe und Beschaffenheit für die Sinne als dasselbe wie in den übrigen Venen erscheint. Da in ihm etwas unverkochter Chylus (natürlich unnachweisbar) enthalten ist, hat die Natur die Leber hinzugefügt, in deren Windungen das Blut verzögert wird und eine vollständigere Verwandlung bekommt, damit es nicht zu früh roh zum Herzen gelangt und das Prinzip des Lebens zerstört. Deshalb hat beim Embryo die Leber beinahe keine Funktion und die Nabelvene tritt durch die Leber deutlich unversehrt hindurch, und an der Pfortader ist eine Öffnung oder Anastomose, sodass das von den Eingeweiden des Fötus zurückkehrende Blut nicht durch die Leber, sondern durch die genannten Nabelvenen fließt und das Herz (gemeinsam mit dem mütterlichen Blut, welches von der Placenta des Uterus zurückläuft) erreicht. Deshalb entsteht in der ersten Entwicklungsphase des Fötus die Leber später. Wir haben auch beim menschlichen Fötus beobachtet, dass bei schon vollständiger Darstellung aller Glieder und auch schon klarer Abzeichnung der Genitalien beinahe nicht einmal rudimentär die Leber angelegt ist, und so lange alle Glieder (wie auch das Herz selbst am Anfang) weiß erscheinen und, von den Venen abgesehen, keinerlei Farbe enthalten, man gerade am Ort der Leber nur eine rohe Ansammlung gleichsam extravaskulären Blutes sieht, die man für eine Prellung oder eine zerrissene Vene halten könnte.

Im Ei gibt es sozusagen zwei Nabelgefäße, eines vom Eiweiß, welches unversehrt durch die Leber gerade hindurch zum Herz zieht, das andere geht vom Eigelb aus und endet an der Leberpforte. Natürlich wird im Ei das Kücken zuerst nur aus dem Eiweiß ausgebildet und ernährt, vom Eigelb aber erst nach der vollständigen Entwicklung und dem Schlüpfen (denn es kann in den Eingeweiden im Bauch des Kückens viele Tage nach dem Schlüpfen Eigelb

gefunden werden und es entspricht das Eigelb der Milch in der Ernährung der übrigen Tiere). Aber darüber ist passender bei den Beobachtungen über die Entwicklung des Fötus zu sprechen, wo sehr viele Probleme dieser Art auftreten können: warum dieses zuerst sich entwickelt oder ausgebildet wird, warum jenes später, und über die Hegemonie der

63

Glieder, welcher Teil die Ursache eines anderen ist. Sehr viel über das Herz, wie z. B.: warum wird es (wie Aristoteles *de partibus animalium* 3 sagt) zuerst voll ausgebildet? Und es scheint in sich Leben, Bewegung und eine Empfindung zu haben, bevor noch etwas vom übrigen Körper voll ausgebildet ist. Ähnliches über das Blut: warum entsteht es vor allem anderen, wie besitzt es das Prinzip des tierischen Lebens und warum will es sich bewegen und hin und her strömen; dafür scheint das Herz geschaffen zu sein.

In der gleicher Weise bei der Betrachtung des Pulses: warum dieser nämlich den Tod oder auch das Gegenteil anzeigt: durch Betrachtung von Ursachen und Vorzeichen bei allen Pulsarten, was diese bezeichnen, was jene und warum.

So auch bei Krisen und natürlichen Reinigungen, bei der Ernährung, besonders der Verteilung der Nahrung und in ähnlicher Weise bei allen Flüssen.

Schließlich in jedem Gebiet der Medizin, der Physiologie, Pathologie, Semiotik, Therapeutik: wenn ich mir überlege, wie viele Probleme durch diese strahlende Wahrheit bestimmt, wieviel Zweifel gelöst, wie viele Unklarheiten erhellt werden können, finde ich ein sehr weites Feld vor, sodass, könnte ich so länger fortschreiten und weiter ausgreifen, dieses Werk nicht nur seiner Größe nach über das von mir festgesetzte Maß anwachsen, sondern zu seiner Vollendung vielleicht auch mein Leben nicht ausreichen würde.

An dieser Stelle (d. h. im folgenden Kapitel) will ich mich lediglich bemühen, was bei der Ausübung der Anatomie über den Aufbau des Herzens und der Arterien sichtbar wird, auf seine Funktionen und wahre Ursachen zu beziehen. So wie, wohin ich mich auch immer wende, das meiste, was aus dieser Wahrheit Licht empfängt und es seinerseits strahlender zurückgibt, gefunden wird, so will ich sie durch anatomische Argumente vor allem festigen und schmücken.

Es gibt einen Punkt – wenn er auch seinen Platz in unseren Beobachtungen über die Funktion der Milz haben sollte – den auch hier nebenbei anzumerken nicht unangemessen sein wird. Vom Milzast, der in die Bauchspeicheldrüse führt, entspringen am oberen Teil Venen: die hintere Kranzvene, die Magenvene und die *vena gastroepiploica*. Alle diese verteilen sich mit sehr vielen Zweigen und Verästelungen in den Magen (wie die Mensenterialvenen in die

Gedärme). Ähnlich läuft die *vena haemorrhoidalis* vom unteren Teil jener Milzvene nach unten in den Dickdarm bis zum Mastdarm. Über diese Venen läuft auf beiden Seiten das Blut zurück und transportiert ziemlich rohen Saft mit sich: vom Magen einen wässrigen, dünnen und noch nicht durch Chylifikation Saft, von dort bringt es einen dicken und erdigeren, als ob er vom Stuhl stamme. In diesem Milzast wird es durch eine Mischung der entgegengesetzten Bestandteile passend aufbereitet. Die Natur führt durch Mischung diese beiden Säfte, die schwerer verkochbar sind (wegen der entgegengesetzten Mängel), besser vorbereitet zur Leberpforte, indem eine große Menge wärmeren Blutes, welches von der Milz überreichlich (wegen der Vielzahl von Arterien)

hervorquillt, hinzugegossen wird. Den Mangel der beiden Extreme ergänzt und kompensiert sie durch diesen Bau der Venen.

Siebzehntes Kapitel

Die Bewegung des Blutes und der Blutkreislauf erweisen sich aus den Erscheinungen am Herzen und aus den Beobachtungen bei der anatomischen Sektion.

Ich finde nicht bei allen Tieren ein klar erkennbares abgrenzbares Herz. Einige nämlich (man könnte sie als Zoophyten bezeichnen) haben kein Herz, da manche Tiere kälter sind, von sehr kleiner Körperbeschaffenheit, weicherer Gewebebeschaffenheit und von ähnlichem Aufbau wie die Gattung der Raupen und Würmer und die meisten, die aus der Fäulnis entstehen und keine feste Gestalt haben. Alle diese Tiere haben kein Herz, da sie keinen Impuls benötigen, womit die Nahrung an die entferntesten Teile gebracht werde. Sie haben nämlich einen einheitlichen entstandenen Körper, ohne abgrenzbare Glieder, sodass sie durch Kontraktion und Dehnung des gesamten Körpers die Nahrung aufnehmen, sie entleeren und hin und her bewegen. Die genannten Pflanzentiere haben, wie die Austern, Muscheln, Schwämme und alle Arten der Zoophyten, kein Herz. Die Funktion des Herzens übernimmt der ganze Körper und es ist sozusagen bei diesen Arten das Herz das gesamte Tier.

Bei den meisten oder beinahe allen Arten von Insekten können wir wegen der Kleinheit des Körpers nichts richtig erkennen. Aber dennoch mag man bei Bienen, Fliegen, Hornissen und Tieren solcher Arten (manchmal mit Hilfe einer Lupe) etwas Pulsierendes beobachten. Dies auch bei Läusen, bei denen man den Durchgang der Nahrung durch die Eingeweide (da das Tier durchsichtig ist) sozusagen als schwarzen Punkt durch Vergrößerung mit dieser Lupe klar erkennen kann. Aber bei den blutlosen und kälteren Tieren, wie allen Schnecken, Muscheln, Garnelen und Schalentieren, ist ein pulsierendes Partikelchen (gleichsam eine Blase oder ein *auricula* ohne Herz) vorhanden, welches nur selten eine Kontraktion und seinen Pulsschlag macht, und welches wir nur im Sommer oder bei wärmeren Temperaturen erkennen können.

Bei diesen verhält sich dieses Partikelchen so: zur Verteilung der Nahrung ist wegen der Verschiedenheit der organischen Teile oder der Dichte der Substanz ein Impuls notwendig. Diese Pulsschläge treten aber ziemlich selten und manchmal wegen der Kälte überhaupt nicht auf, wie es für jene, die eine ungewissen Natur haben, passt, die einmal zu leben, einmal zu

sterben scheinen und einmal ein tierisches, einmal ein pflanzliches Leben zu führen. Das scheint auch bei den Insekten der Fall zu sein (wenn sie im Winter verborgen sind und gleichsam tot und nicht sichtbar sind, oder wenn sie lediglich das Leben einer Pflanze führen). Ob dasselbe aber auch bei einigen bluthältigen Tieren der Fall ist, wie Fröschen, Schildkröten, Schlangen und Blutegeln, mag man nicht zu Unrecht anzweifeln.

Bei größeren, wärmeren, also bluthältigen Tieren, bedarf es eines Impulses mit wohl größerer Kraft für die Nahrung, geradeso wie für Fische, Schlangen, Eidechsen, Schildkröten, Fösche und anderes dieser Art, die sowohl eine *auricula* als auch einen Ventrikel des Herzens haben. Daher ist sehr wahr (Aristoteles *de partibus animalium* 3), dass kein bluthältiges Tier ein Herz entbehrt. Durch diesen stärkeren und kräftigeren Impulsgeber wird die Nahrung nicht nur von den *auriculae* forbewegt, sondern auch weiter und schneller vorangetrieben.

Ja, in noch größeren, wärmeren und weitentwickelteren Tieren, nämlich denjenigen, die reichlich ein um vieles heißeres und *spiritushältiges* Blut besitzen, wird ein Herz benötigt, welches größer und fleischiger ist, um die Nahrung wegen der Körpergröße oder der Dichte des Körperbaues kräftiger, schneller und mit einem stärkeren Antrieb voranzutreiben.

Und weiters, da die perfekteren Tiere eine perfektere Nahrung und reichlicher natürliche Wärme benötigen, bekamen diese Tiere, damit die Nahrung gut verkocht wird und größere Perfektion gewinnt, passender Weise Lungen und einen zweiten Ventrikel, der durch diese Lungen die Nahrung drängt.

So haben alle die Tiere, welche Lungen besitzen, zwei Herzventrikel, einen rechten und einen linken; und wo immer ein rechter Ventrikel vorhanden ist, gibt es auch einen linken, aber nicht umgekehrt, wo ein linker, auch immer einen rechten (einen Ventrikel definiere ich als linken seiner Funktion und nicht seiner Lage nach, er zeichnet sich ja dadurch aus, dass er das Blut im gesamten Körper und nicht in die Lungen alleine verbreitet). Deshalb scheint der linke Ventrikel aus sich heraus das Herz zu bilden. Er ist in der Mitte lokalisiert, hat stärker eingeprägte Vertiefungen und ist mit größerer Sorgfalt verfertigt, sodass es scheint, dass das Herz wegen des linken Ventrikels gebildet wurde und der rechte Ventrikel sozusagen den linken unterstützt; er reicht nicht bis zur Herzspitze, weist nur ein Drittel der Wandstärke (des linken) auf und hat sozusagen eine Art Angliederung an den linken (so Aristoteles). Er hat

nämlich ein größeres Volumen, weil er nicht nur dem linken Ventrikel Material, sondern auch den Lungen die Nahrung bietet.

Erwähnt werden muss, dass sich das im Embryo anders verhält: die Ventrikel sind nicht so verschieden voneinander, sie erscheinen wie die Zwillingkerne in einer Nuss und verhalten sich beinahe gleich. Der Kegel des rechten erreicht die Spitze des linken, sodass bei ihnen das Herz kegelförmig (wie mit zwei Spitzen) ist. Und das ist deshalb so, weil bei ihnen

(wie ich gesagt habe), solange das Blut jedenfalls nicht über die Lungen vom rechten Hohlraum des Herzens in den linken fließt, beide über das Foramen ovale und den *ductus arteriosus*, wie gesagt, dieselbe Aufgabe der Überführung des Blutes von der *vena cava* in die große Arterie in gleicher Weise erfüllen. Sie treiben es in den gesamten Körper auf gleiche Weise, deshalb ist auch ihre Beschaffenheit gleich. Wenn es aber Zeit ist, dass die Lungen funktionieren und die genannten Verbindungen verschlossen werden, beginnt sich dieser Unterschied der Ventrikel an Kraft und den übrigen Aspekten auszubilden, da der rechte das Blut nur durch die Lungen, der linke aber durch den gesamten Körper treibt.

Darüber hinaus finden sich im Herzen (wie ich es nenne) Bänder, oder fleischige Stränge und viele fasrige Verknüpfungen (die Aristoteles in *libri de respiratione et de partibus animalium* 3 Nerven nennt), welche teils getrennt auf verschiedene Weise angespannt werden, teils sind sie in Furchen in den Wänden und in der Herzscheidewand (durch Vertiefung der Grübchen) verborgen, wie manche kleine Muskeln. Diese sind zur Verstärkung und Kräftigung des Impulses des Blutes und der Kontraktion des Herzens sozusagen als eine Ergänzung dem Herzen beigelegt und eine Hilfe für das weitere Auswerfen des Blutes, sodass sie (wie die sorgfältige und kunstvolle Takelage bei einem Schiff), wenn sich das Herz aus allen Richtungen kontrahiert, es überall hilfreich unterstützen und das Blut reichlicher und kräftiger aus den Ventrikeln auswerfen.

Das wird aber daraus erkenntlich, dass sie bei einigen Tieren vorkommen, bei anderen sehr spärlich. Und bei allen denen sie vorkommen, sind sie häufiger und stärker im linken als im rechten Ventrikel. Bei manchen Tieren sind sie im linken vorhanden, aber im rechten überhaupt nicht. Beim Menschen sind mehr im linken als im rechten Ventrikel, und mehr in den Ventrikeln als in den *auriculae*, bei manchen sind so gut wie keine in den *auriculae* vorhanden. Bei den kräftigen, muskulösen Körpern der Landarbeiter von härterem Habitus sind sie häufiger, bei zarteren Körpern und Frauen weniger.

Bei den Tieren, bei welchen die Ventrikel innen glatt sind, gänzlich ohne Fasern und Bänder und auch nicht durch Grübchen gegliedert sind (wie bei beinahe allen kleineren Vögeln, Schlangen, Fröschen, Schildkröten und derartigen, so das Rebhuhn und das Huhn, und ähnlich beim größten Teil der Fische), bei denen werden weder Sehnen (die auch Fasern genannt werden), noch Tricuspidalklappen in den Ventrikeln gefunden. Bei manchen Tieren

ist der rechte Ventrikel innen glatt, der linke hat aber jene fasrigen Verflechtungen, wie bei der Gans, beim Schwan und den größeren Vögeln. Bei diesen liegt die gleiche Erklärung wie bei allen vor. Da die Lungen schwammartig, von lockerer Struktur und weich sind, wird zum Durchtreiben des Blutes durch sie keine so große Kraft benötigt. Folglich sind im rechten Ventrikel jene Fasern entweder nicht vorhanden oder weniger und schwächer; sie sind auch nicht so fleischig und Muskeln ähnlich. Die des linken sind stärker, häufiger, fleischiger, und muskulös, da der linke

Ventrikel einer größeren Kraft bedarf, da er dazu bestimmt worden war, das Blut weiter durch den gesamten Körper zu leiten.

Und deshalb nimmt der linke Ventrikel auch die Mitte des Herzens ein und hat eine dreifach dickere und stärkere Wand als der rechte. Deshalb gilt für alle Tiere und ähnlich unter den Menschen: je dichter, härter und solider der Aufbau des Fleisches ist, je fleischigere und muskulösere Extremitäten sie haben und je weiter sie vom Herz entfernt sind, ein umso fasrigeres, dickeres, kräftigeres und muskulöseres Herz haben sie. Das ist offensichtlich und auch notwendig so. Im Gegensatz dazu: je lockerer das Gewebe, je weicher der Aufbau und von je geringerer Fülle er ist, ein umso schlafferes, weiches Herz haben sie, welches innen weniger (oder überhaupt keine) Fasern hat.

Man überlege sich ähnlich die Funktion der Sigmoidklappen: sie sind deshalb gemacht, damit ein einmal in die Herzkammern gesandtes Blut nicht wieder zurückfließt. Und an der Öffnung der *vena arteriosa* und der *aorta* sind sie umso dichter verschlossen (solange sie angehoben und miteinander verbunden sind und eine dreieckige Linie bilden, wie sie durch den Biss eines Blutegels zurückgelassen wird) und hindern den Rückfluss des Blutes.

Die Tricuspidklappen sind Torwächter am Eintritt von der *vena cava* und der *arteria venosa*, damit das Blut nicht wieder zurückgleitet, wenn es maximal einschießt. Aus diesem Grund gibt es sie auch nicht bei allen Tieren (wie ich gesagt habe) und erscheinen auch nicht bei allen Tieren, die sie besitzen, mit gleicher Sorgfalt von der Natur ausgeführt, sondern bei einigen genauer, bei anderen nachlässiger und schlampiger, sodass sie sich im Verhältnis zur Größe des Impulses, der von der Kontraktion der Ventrikel kommt, schließen. Deshalb gibt es im linken Ventrikel, damit der Verschluss für den größeren Anstoß genauer wird, nur zwei Klappen, die einer Mitra gleichen. Damit sie sich ganz genau schließen und in einem langen Bereich konisch in der Mitte berühren (diese Sachlage hat vielleicht Aristoteles nach Durchführung eines Schnittes quer durch den Ventrikel verleitet, anzunehmen, dass dieser Ventrikel aus zwei Teilen bestünde) und das Blut jedenfalls nicht zurück in die *arteria venosa* fließe und deshalb die Kraft des linken Ventrikels geschwächt werde, das Blut durch den gesamten Körper zu treiben, übertreffen diese Mitralklappen an Masse, Kraft und Exaktheit des Schlusses diejenigen, die im rechten Herzen lokalisiert sind. Deshalb sieht man notwendiger Weise auch kein Herz ohne Ventrikel, da es eine Kammer, Quelle und Speicher des Blutes geben muss. Das ist beim Gehirn nicht immer der Fall. Fast alle Vogelarten haben

im Gehirn keinen Ventrikel, wie man bei der Gans und beim Schwan sieht, deren Gehirn an Größe beinahe dem des Kaninchens entspricht. Auch wenn die Kaninchen Ventrikel im Gehirn haben, hat die Gans trotzdem keine. Ähnlich: wo immer ein einzelner Herzventrikel vorhanden ist, ist eine schlaffe, hautige, innen hohle *auricula* angefügt, welches mit Blut gefüllt ist. Wo zwei Ventrikel vorhanden sind, gibt es ähnlich zwei *auriculae*. Im Gegensatz dazu findet sich aber bei manchen Tieren nur eine *auricula* (aber kein Ventrikel des Herzens) oder wenigstens eine Blase als Analogon

einer *auricula*, oder es produziert eine, an einer bestimmten Stelle dilatierte Vene selbst den Puls, wie man es bei den Hornissen, Bienen und anderen Insekten sieht. Dass sie nicht nur einen Puls, sondern auch eine Atmung in jenem Teil, den man Schwanz nennt, haben, glaube ich durch bestimmte Experimente zeigen zu können (daher kommt es, dass sie ihn einmal öfter, einmal seltener verlängern und verkürzen, abhängig vom Ausmaß der Atem- und Luftnot). Aber darüber in meinem Traktat über die Atmung. Dass die *auriculae* auf ähnliche Weise pulsieren, sich kontrahieren (wie ich zuvor gesagt habe) und das Blut in die Ventrikel werfen, ist offensichtlich. Deshalb ist überall dort, wo ein Ventrikel vorhanden ist, eine *auricula* notwendig, nicht nur deshalb, wie man allgemein annimmt, damit sie als Aufnahmegefäß und Speicher für das Blut vorhanden sei (wozu benötigt man einen Puls für die Speicherung), sondern die *auriculae* sind die ersten Bewegter des Blutes, besonders die rechte, das erste Leben und das letzte, was stirbt (wie zuvor gesagt wurde). Sie ist natürlich aus dem Grund notwendig, dass sie das Blut in den Ventrikel eingießt und ihn so unterstützt. Der Ventrikel wirft kontinuierlich (indem er sich kontrahiert) ohne Schwierigkeit das schon zuvor in Bewegung befindliche Blut aus und treibt es kräftiger vorwärts, wie man beim Spielen den Ball mit einem Schlag aus dem Abprallen stärker weiter treiben kann als durch einfaches Hinschleudern. Ja sogar entgegen aller Meinung: da weder das Herz noch irgendetwas anderes sich selbst so dehnen kann, dass es durch seine Diastole in sich selbst hinein etwas anziehen könnte – von einem Schwamm abgesehen, der zuvor mit Gewalt zusammengepresst wurde, wenn er wieder seine ursprüngliche Form annimmt –, sondern feststeht, dass bei den Tieren jede Ortsbewegung zuerst aus der Kontraktion irgendeines kleinen Teiles entsteht und ihren Ausgang nimmt, deshalb wird durch die Kontraktion der *auriculae*, wie ich zuvor gezeigt habe, Blut in die Ventrikel geworfen und von dort durch die Kontraktion der Ventrikel ausgeworfen und weiterbefördert.

Das ist die Wahrheit über die Ortsbewegung; und dass das unmittelbar bewegende Organ bei jeder Bewegung aller Tiere, in dem es primär einen *spiritus motivus* gibt (wie Aristoteles in seinem Buch *de spiritu* und anderen Orts behauptet), kontraktibel ist, und auf welche Weise $\nu\epsilon\acute{\upsilon}\rho\upsilon\nu$ von $\nu\epsilon\acute{\upsilon}\omega$ - nicken, anziehen – benannt wird, und dass Aristoteles Muskeln gekannt und nicht irrtümlich alle Bewegung bei den Tieren Nerven oder kontraktiblen Strukturen zugeschrieben und daher diese Bänder im Herzen Nerven genannt hat: ich würde meinen, dass dies aus meinen Beobachtungen klar werden wird, wenn es mir einmal erlaubt sein

sollte, über die Bewegungsorgane der Tiere und den Aufbau der Muskeln eine Demonstration vorzuführen.

Aber, wenn wir den Ausgangspunkt über die Funktion der *auriculae* zur Füllung des Ventrikels mit Blut weiterverfolgen, zeigt sich: je dichter, kompakter und mit stärkerer Wand das Herz ist, umso sehniger und muskulöser sind die *auriculae*, um das Blut zur Füllung

einzuwerfen. Im Gegensatz dazu erscheint es bei manchen Tieren wie ein blutiger, membranöser Sack, der Blut enthält (wie bei den Fischen, dort ist nämlich die Blase sehr zart und besonders weit, sie findet sich am Ort der *auricula* und über ihr scheint das Herz zu schwimmen), wie bei manchen Fischen jene Blase etwas fleischiger ist und fälschlicherweise sehr gut die Lungen nachzuahmen scheint, wie beim Karpfen, der Barbe, Schleie und anderen.

Bei manchen muskulösen Menschen mit kräftigerem Körperbau habe ich freilich eine so kräftige rechte *auricula*, mit Bändern und unterschiedlichen Verbindungen der Fasern, die innen kunstgerecht zusammengefügt war, gefunden, dass sie den Ventrikeln anderer Menschen an Stärke gleichzukommen schien und mich wunderte, wie große Unterschiede es bei verschiedenen Menschen gibt.

Es muss aber erwähnt werden, dass die *auriculae* beim Fötus auch proportional wesentlich größer sind, weil sie vorhanden sind, bevor noch das Herz entsteht oder seine Funktion aufnimmt (wie zuvor gezeigt wurde), und dort sozusagen die Aufgabe des Herzens ausüben. Was ich aber bei der Entwicklung des Fötus beobachtet habe (und zuvor erwähnt habe und Aristoteles beim Ei bestätigt), trägt wesentlich dazu bei, Vertrauen zu schaffen und Licht in die Sache zu bringen. Zwischenzeitlich, solange der Fötus sozusagen ein weicher Wurm ist und (wie man sagt) in Milch liegt, ist nur ein blutiger Punkt oder eine pulsierende Blase, gleichsam als ein Teil der Nabelvene vorhanden, welche am Beginn oder an der Basis dilatiert ist. Später, wenn sich der Fötus abzeichnet, beginnt sie schon eine gewisse härtere Körperlichkeit zu gewinnen (diese Blase ist fleischiger und stärker ausgebildet und entwickelt sich (durch Veränderung der Gestalt) in die *auriculae*), darüber beginnt der Herzkörper hervorzuspriessen (er übernimmt noch keine allgemeine Aufgabe). Hat sich der Fötus aber weiterentwickelt und sind die Knochen vom Fleisch schon unterschieden und ist das Tier schon vollständig ausgebildet, und ist eine Bewegung wahrnehmbar, dann hat man auch schon ein innen pulsierendes Herz und (wie ich sagte) transportiert es mit Hilfe beider Ventrikeln das Blut von der *vena cava* in die Arterie.

So hat die vollendete göttliche Natur, die nichts umsonst macht, nicht irgendeinem Tier, dort wo es nicht notwendig gewesen wäre, ein Herz beigelegt, und auch keines gemacht, bevor nicht eine Funktion dafür gegeben war. Aber, bei der Entwicklung eines jeden beliebigen Tieres in gleichen Schritten fortschreitend durch alle tierischen Erscheinungsformen (wenn

ich mich so ausdrücken darf), Ei, Wurm und Fötus, erreicht sie in den einzelnen Stadien die jeweils vollständige Ausformung. Für die Entwicklung des Fötus muss das in vielen Beobachtungen anderenorts bestätigt werden.

Schließlich hat nicht zu Unrecht Hippokrates in *lib. de corde* das Herz als Muskel bezeichnet, da die Aktion und die Aufgabe die gleichen sind, nämlich sich selbst zu kontrahieren und etwas anderes zu bewegen, natürlich das in ihm enthaltene Blut.

Ferner ist aus der Struktur der Fasern und dem Aufbau der bewegenden Strukturen wie in den Muskeln selbst die Aktion

und Funktion des Herzens zu erkennen. Alle Anatomen haben mit Galen festgestellt, dass der Körper des Herzens aus Fasern unterschiedlichen Verlaufs, nämlich geraden, quer und schräg verlaufenden, aufgebaut. In einem gekochten Herzen findet man allerdings eine unterschiedliche Struktur der Fasern. Es sind nämlich alle Fasern in den Wänden und in der Herzscheidewand kreisförmig angelegt, wie bei einem Schließmuskel. Diejenigen aber, die sich in den Bändern befinden, verlaufen bezüglich ihrer Längsachse schräg und gestreckt. Wenn nun alle Fasern gleichzeitig gespannt sind, geschieht folgendes: der Konus wird durch die Bänder an die Basis herangeführt und die Wände werden kreisförmig geschlossen, das Herz kontrahiert sich allseits, die Ventrikel verengen sich, und folglich, da seine Aktion eine Kontraktion ist, muss man annehmen, dass die Funktion darin besteht, das Blut in die Arterien vorzustoßen.

Nicht weniger muss Aristoteles bezüglich der führenden Rolle des Herzens zugestimmt werden: empfängt es etwa vom Gehirn Bewegung und Empfindung, oder etwa von der Leber das Blut? Oder ist es der Ursprung der Venen, des Blutes und von Dingen dieser Art? Denn diejenigen, die bemüht sind, ihn zu widerlegen, lassen jenes Hauptargument außer Acht, oder verstehen nicht, dass offensichtlich das Herz das zuerst Auftretende ist, Blut, Leben, Empfindung und Bewegung in sich hat, bevor noch das Gehirn oder die Leber entstanden oder klar abgrenzbar erschienen sind oder wenigstens irgendeine Funktion ausüben konnten. Mit seinen speziellen für die Bewegung gebauten Strukturen ist das Herz, wie eine Art inneres Tier, früher vorhanden. Nachdem es zuerst gebildet wurde, wollte die Natur, dass in der Folge das ganze Tier von ihm selbst aus gebildet, ernährt, bewahrt und vollendet werde, sozusagen als sein Werk und Wohnsitz. Das Herz (wie der Fürst im Staat), bei dem die erste und höchste Macht ist, ist überall das leitende Organ. Von ihm wird gleichsam von einem Ursprung und Fundament im Tiere jedes Vermögen abgeleitet und hängt von ihm ab.

Weiters illustrieren und bestätigen viele Aspekte über die Arterien in ähnlicher Weise diese Wahrheit: warum pulsiert die *arteria venosa* nicht, obwohl sie zu den Arterien gezählt wird, oder warum wird in der *vena arteriosa* ein Puls wahrgenommen? Es ist ja der Puls der Arterien ein Impuls des Blutes.

Warum unterscheiden sich die Arterien in der Dichte und Stärke ihrer Wand sosehr von den Venen? Da sie Widerstand gegen den Druck des einpressenden Herzens und des hervorbrechenden Blutes bieten.

Da die perfekte Natur nichts vergeblich macht und in allem ausreichend ist, unterscheiden sich die Arterien, je näher sie dem Herzen sind, umso mehr vom Aufbau der Venen. Sie sind kräftiger, mehr in Schichten aufgebaut. In ihren äußersten Verzweigungen aber, wie in der Hand, im Fuß, Gehirn, Mesenterium und im Bereich der Samenwege, gleichen sie sich in ihrem Aufbau, sosehr, dass bei einer Betrachtung der Wandschichten, die eine von der anderen schwer zu unterscheiden ist. Das ist aber aus gutem Grund so: je weiter nämlich die Arterien vom Herzen entfernt sind, mit umso weniger Kraft werden sie vom Herzschlag durchdrungen, der durch den weiten Abstand (vom Herzen) gebrochen ist.

Man bedenke auch, dass der Impuls des Herzens, da er in allen Ästen und Verzweigungen der Arterien für das Blut ausreichen muss, an den einzelnen Aufzweigungen gleichsam aufgeteilt und so geschwächt wird.

Folglich erscheinen die letzten Aufzweigungen, die arteriellen Kapillaren, nicht nur in ihrem Aufbau wie Venen, sondern auch in ihrer Aufgabe. Sie zeigen nie oder nicht immer einen nachweisbaren Puls, außer das Herz schlägt stärker oder die kleine Arterie ist in irgendeinem Abschnitt stärker dilatiert oder steht mehr offen. Daher kommt es, dass wir manchmal in den Zähnen, Tuberkeln und auch manchmal in den Fingern einen Puls bemerken können, manchmal aber auch nicht. Daher habe ich bei Knaben, bei denen die Pulse immer schnell und häufig sind, mit diesem einen Zeichen ein Fieber sicher beobachtet und auf gleiche Weise bei zarten und schwächtigen Personen. Durch eine Kompression der Finger könnte ich, wenn es zu einem Fieberanfall kommt, es leicht über den Fingerpuls feststellen.

Andererseits, wenn das Herz träger schlägt, kann nicht nur in den Fingern, sondern auch an der Handwurzel oder den Schläfen kein Puls gefühlt werden. Dies ist bei Bewusstlosigkeit, hysterischen Symptomen, Atemstillstand, Schwächezuständen und Sterbenden der Fall.

Damit die Chirurgen nicht in die Irre gehen, müssen sie hier darauf hingewiesen werden, dass, wenn bei der Amputation von Gliedern, der Entfernung fleischiger Tumore und bei Wunden Blut mit Kraft hervorschießt, es immer von einer Arterie kommt, aber nicht immer in pulsierender Weise, da die kleinen Arterien, insbesondere wenn sie mit einer Ligatur komprimiert wurden, nicht pulsieren.

Weiters, der Grund dafür, dass die *vena arteriosa* nicht nur den Bau und die Wand einer Arterie hat, sich bezüglich der Wandstärke aber nicht in dem Ausmaß von den Venen unterscheidet wie die *aorta*, ist derselbe. Die *aorta* empfängt vom linken Ventrikel her einen stärkeren Impuls als jene vom rechten. Jene hat im Vergleich zur *aorta* eine in dem Maße weichere Beschaffenheit der Wandschichten, als der rechte Ventrikel des Herzens an Wandstärke und Fleischmasse schwächer ist als der linke und als die Lungen eine geringere Textur und Weichheit als der Aufbau des Körpers und des Fleisches haben. In solch einem Ausmaß unterscheidet sich auch die Wand der *vena arteriosa* von der der *aorta*. Und dies alles wahrt überall die Proportionen. Bei den Menschen: je kräftiger, muskulöser und härter

der Körperbau ist, umso stärker, dicker, dichter und faserreicher ist auch das Herz. Die *auriculae* und die Arterien haben sie in allem, in der Dichte und Kräftigkeit, proportional entsprechend.

Es unterscheiden sich deshalb bei den Tieren, bei denen die Ventrikel des Herzens innen glatt sind, die keine *villi* und Klappen haben und eine dünne Wand aufweisen, wie bei den Fischen, Vögeln und Schlangen und sehr vielen anderen Tierarten, die Arterien nur wenig oder gar nicht von den Venen bezüglich der Dichte der Wandschichten.

Weiters, der Grund, weshalb die Lungen so große Gefäße haben, eine Vene und eine Arterie (sodass der Stamm der *arteria venosa* (in seiner Weite) beide Beinäste und Halsäste

übertrifft) und warum sie mit so viel Blut angefüllt sind, wie wir aus der Erfahrung und Autopsie wissen (auf die Mahnung des Aristoteles hin haben wir uns nicht täuschen lassen durch die Inspektion derjenigen Organe, die wir aus seziierten Tieren entnommen haben und deren Blut vollständig ausgeronnen war), besteht darin, dass sich in den Lungen und im Herzen ein Speicher, eine Quelle, eine Vorratskammer und eine Werkstätte für die Veredelung des Blutes befindet.

Und ähnlich, warum sehen wir (bei der anatomischen Dissektion), dass die *arteria venosa* und der linke Ventrikel eine so große Menge Blutes aufweist, und zwar desselben, mit dem auch der rechte Ventrikel und die *vena arteriosa* gefüllt sind, welches in ähnlicher Weise dunkel wird und gerinnt: weil kontinuierlich von dort nach da das Blut die Lungen durchfließt.

Schließlich, warum hat die allgemein so bezeichnete *vena arteriosa* den Aufbau einer Arterie, die *arteria venosa* aber den einer Vene: da bezüglich ihrer Funktion, ihres Aufbaues und in allem anderen im Gegensatz zur landläufigen Meinung jene in Wirklichkeit eine Arterie, diese eine Vene ist.

Alle diese und viele andere Phänomene sind während einer Sektion zu beobachten, und wenn sie richtig erwogen wurden, scheinen sie die zuvor gesagte Wahrheit klar aufzuzeigen und deutlich zu bestätigen; gleichzeitig scheinen sie aber auch den allgemeinen Ansichten entgegenzulaufen. Denn es ist sehr schwierig für jemanden zu erklären (außer auf die Weise, wie wir es gemacht haben), aus welchem Grund all dies so eingerichtet und geschaffen ist..

FINIS

7. Kommentar

7.1 Aufbau des Werkes

In diesem Abschnitt soll nur eine kurze Übersicht über den Aufbau und den Charakter des Werkes gegeben werden. Eine genaue Kommentierung des Textes erfolgt im anschließenden Zeilenkommentar.

Dem Werk sind **zwei Dedikationen** (an den Herrscher und an Fachkollegen) in Briefform⁶⁴ vorangestellt, die charakteristische topische Elemente von Prosapraefationes aufweisen⁶⁵ und Harveys grundlegende Ausbildung in den klassischen Sprachen bezeugen.⁶⁶ In der Dedikation an König Charles I. betont Harvey durch die Gleichsetzung von Makro- und Mikrokosmos die vitale Bedeutung des Herrschers für sein Reich, eine Bedeutung, wie sie das Herz analog für den Körper besitzt (*cor animalium fundamentum est vitae, princeps omnium, microcosmi sol; (...) rex pariter regnorum suorum fundamentum, et microcosmi sui sol, rei publicae cor est*).⁶⁷ Dieser Topos erscheint auch noch später im Werk (Kapitel 8 und 17).

In einem zehn Seiten umfassenden **Vorwort** betont Harvey die Bedeutung des Studiums seiner Vorgänger und skizziert kurz deren sich widersprechende Vorstellungen zur Funktion der Arterien und des Pulses. Ausgehend von auf anatomischen Beobachtungen beruhenden Analogieschlüssen, formuliert er fünf Fragen zur Herzkreislaufphysiologie und zur Funktion der Lungen. Die sprachliche Gestaltung der Fragen in Form einer Anapher (*cur ... cur dicunt ... cur ... et quomodo probabile est*)⁶⁸ gipfelt in einem ungehaltenen *quaeso* der fünften Frage und stellt sich so als Frontalangriff auf die vorherrschende Lehrmeinung dar, wie auch sonst weite Abschnitte des Proömiums im emotionalen und zynischen Ton verfasst sind (*sed amabo ... minus toleranda ... mehercule*).⁶⁹

⁶⁴ Die Praefatio wurde schon vom Älteren Plinius in Briefform und als Widmung an ein Mitglied des Herrscherhauses gestaltet.

⁶⁵ Schreiner, S.M., Herz-Sonne-König. Literatur, Topik und Medizin in William Harveys Widmungsadressen zur *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (1628), Wiener Humanistische Blätter 51 (2009), 58-89.

⁶⁶ Zirnstein, G., William Harvey, Leipzig 1977 (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner 28).

⁶⁷ Harvey, W., Movement of the heart and blood in animals, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1957, 115.

⁶⁸ Harvey, W., Movement (s. o., Anm. 67), 127.

⁶⁹ Harvey, W., Movement (s. o., Anm. 67), 129.

Das **erste Kapitel** betont, wie die Dedikation an Charles I., des Autors eigene Untersuchungen, die trotz großer, in der Sache selbst liegender Schwierigkeiten zu den neuen Entdeckungen geführt haben. Die Ergebnisse seien unterschiedlich aufgenommen worden – teils wurden sie gänzlich verworfen, teils aber auch positiv bewertet. Durch Drängen der Freunde und Kollegen bewegt, habe er schließlich den Entschluss gefasst, die Ergebnisse zu publizieren, um sie einem weiteren Personenkreis zugänglich zu machen. Zu einer Veröffentlichung habe er sich zuletzt aber auch deshalb entschlossen, um der literarischen Welt ein weiteres Werk hinzuzufügen. Im Bewusstsein der Bedeutung seiner neuen Lehre zitiert er eine Passage aus den *Adelphoe* (vss. 855 – 858) des Terenz, in der die Änderung von Meinungen und Vorstellungen im Lauf der Zeit und durch die sich ändernden Begleitumstände thematisiert wird.

Das **zweite und dritte Kapitel** beschreiben die durch Vivisektion gewonnenen Erkenntnisse zur Systole und Diastole des Herzens und der Arterien, das **vierte** schildert die Kontraktion der Vorhöfe und Ventrikel des Herzens. Im **fünften Kapitel** postuliert Harvey auf Grund seiner zuvor gemachten Beobachtungen einen von den *auriculae* (Vorhöfen) zu den Ventrikeln gerichteten Fluss des Blutes und vergleicht die Tätigkeit des Herzens mit dem regelmäßigen Ablauf einer Maschine (*nec alia ratione id fit, quam cum in machinis, una rota aliam movente, omnes simul movere videantur*).⁷⁰ Er sieht die Fehlerquelle der Vorgänger in der topographischen Nähe von Herz und Lunge begründet.

Im **sechsten Kapitel** erfolgt nach der Kritik an der Methode der Forscher vor ihm, gestützt auf embryologische und vergleichend-anatomische Untersuchungen, die Formulierung der Hypothese, das Blut fließe von der *vena cava* zur *aorta*. In der Argumentation spielen teleologische Aspekte im Sinne eines konservativen Aristotelismus eine bedeutende Rolle.

Das **siebte Kapitel** präzisiert die Hypothese noch näher und fordert im Analogieschluss durch den Vergleich mit geologischen und biologischen Phänomenen die Existenz von Anastomosen⁷¹ bzw. Poren im Parenchym der Lunge.

Im **achten Kapitel** wird durch Überlegungen zu der Blutmenge, die bei einer Kontraktion des Herzens ausgeworfen wird und die auf Beobachtungen bei der Vivisektion beruhen, und

⁷⁰ Harvey, W., *Movement of the heart and blood in animals*, ed. and transl. K.J.Franklin, Oxford 1957, 148.

⁷¹ Es sind dies die mikroskopisch kleinen Verbindungen zwischen Arterien und Venen.

unter Verwendung von teleologischen Argumenten erstmals die Forderung nach dem Vorhandensein eines Kreislaufes des Blutes ausgesprochen.

Die zur Bestätigung dieser Hypothese notwendigen Untersuchungen werden im **neunten Kapitel** definiert und in den **Kapiteln zehn bis dreizehn** beschrieben.

Im **vierzehnten Kapitel** wird die neue Lehre in einem einzigen Satz präsentiert.

Die letzten drei Kapitel (**fünfzehn bis siebzehn**) zeigen biologische und nosologische Gründe auf, die rein spekulativ-deduktiv, häufig in Verbindung mit teleologischen Überlegungen, das Vorhandensein eines Blutkreislaufes fordern. Im langen **siebzehnten Kapitel** finden überraschenderweise zusätzlich auch Überlegungen eine Erwähnung – so werden z. B. bei der Besprechung der Ortsbewegung auch etymologische Aspekte diskutiert und ein Exkurs über die Hirnanatomie bei verschiedenen Tieren eingefügt –, die mit der Herz-Kreislaufphysiologie nur am Rande zu tun haben.

7.2 Sprachliche Bemerkungen

Es ist früh gesehen worden, dass der Stil der Schrift in verschiedenen Abschnitten des Werkes große Unterschiede aufweist. Dies wurde als ein Hinweis auf eine unterschiedliche Abfassungszeit der einzelnen Kapitel gesehen.⁷² In den Widmungen und Vorreden im Werk eines Fachschriftstellers bieten sich aber auch Möglichkeiten, das Werk literarisch aufzuwerten, was seit Cato auch wiederholt praktiziert worden ist.⁷³ Das Vorwort und das erste Kapitel in *De Motu Cordis* sind wie schon die Dedikationen stärker durchstilisiert und ausgearbeitet als die Kapitel 2 – 14 (nach dem Schema *a capite ad calcem*). Man findet Anklänge klassischer Formulierungen, so wie man sich sogleich am Beginn des Proömiums mit der Formulierung *De [...] cogitanti operae pretium est* an den Anfang von Ciceros *De Oratore* (1,1 *cogitanti mihi*) und das Vorwort von Livius (*Praefatio 1 facturusne operae pretium sim*) erinnert fühlt.

⁷² Harvey, W., *Anatomical studies on the motion of the heart and blood*, ed. and transl. C. D. Leake, Baltimore 1928, 136.

⁷³ Römer, F., *Zum Vorwort des Scribonius Largus. Literarischer Schmuck einer Rezeptsammlung*, Wiener Studien 100 (1987), 125-132.

In den Kapiteln 2 – 14, die sich durch anatomische und biologische Diskussionen im engeren Sinn auszeichnen, herrscht hingegen eine völlig andere Stilebene vor. Es überwiegen parataktische Konstruktionen, wie sie für ein wissenschaftliches Prosawerk zu erwarten sind. Als Beispiel sei ein Abschnitt aus dem achten Kapitel (41,15 – 28) genannt, in dem eine sehr lange, viele anatomische Fakten beinhaltende Satzkonstruktion durch die sechsmalige Verwendung der Konjunktion *tum* und den wiederholten Gebrauch von *et* im Nebensatz aufgebaut wird. Zusätzlich werden weitere Fakten durch Parenthesen in die Satzstruktur eingefügt, sodass ein überaus schwerfälliges sprachliches Gebilde entsteht:

- 15 *Sane cum copia quanta fuerat, tam ex vivorum,*
experimenti causa, dissectione, & arteriarum apertione, disquisitione
multimoda; tum ex ventriculorum cordis, & vasorum ingredientium,
& egredientium Symmetria, & magnitudine, (cum natura nihil faciens
frustra, tantam magnitudinem, proportionabiliter his vasibus frustra
20 *non tribuerit) tum ex concinno & diligenti valvularum & fibrarum*
artificio, reliquaque cordis fabrica, tum ex aliis multis saepius mecum
& serio considerassem, & animo diutius evolvissem: quanta scilicet es-
set copia transmissi sanguinis, quam brevi tempore ea transmissio fieret,
nec suppeditare ingesti alimenti succum potuisse animadverterim: quin
25 *venas inanitas, ominino exhaustas, & arterias, ex altera parte, nimia san-*
guinis intrusione, disruptas, haberemus, nisi sanguis aliquo ex arteriis
denuo in venas remearet, & ad cordis dextrum ventriculum regre-
deretur.
- 29 *Coepi egomet mecum cogitare (...)*

Die Struktur des 13 Zeilen langen Konglomerates ist schwer nachvollziehbar. Man könnte es mit syntaktisch mit dem folgenden „*Coepi egomet [...]*“ verbinden, was allerdings dem Druckbild widerspricht. Eher scheint das im Modus abgehobene „*animadvertim*“ als Hauptverb intendiert zu sein. Man kann den Eindruck gewinnen, der Drucker oder auch Harvey selbst haben die Übersicht über den Satzaufbau verloren.

In der Ausgabe von Leers (Rotterdam 1660) ist der der Satz insoferne verändert und gewinnt an Klarheit, als nun der Hauptsatz klar erkennbar ist (82,3 *animadverti tandem*) und ein Teil des Prädikates des Nebensatzes (81,10 *considerassem*) in die erste Zeile der Periode

vorgezogen wurde. Durch die Wiederaufnahme des Nebensatzes anhand des restlichen Prädikates 81,23 (*evolvissem*) wird die lange Periode strukturiert und die Syntax klarer (allerdings nur aufgrund extremer Eingriffe in den vorliegenden Text):

81,9 *Sane cum, copia quanta fuerit, saepius mecum & serio **considerassem**; tum ex vivorum (experiendi causa) dissectione & arteriarum apertione, disquisitioneque multimodia; tum ex ventriculorum cordis, & vasorum ingre-*
 15 *dientium & egredientium symmetria & magnitudine; (cum natura nihil faciens frustra, tantam magnitudinem, proportionaliter his vasis frustra non tribuerit) tum ex concinno & di-*
 20 *ligenti valvularum & fibrarum artificio, reliquaque cordis fabrica; tum ex aliis multis: cumque animo diutius **evolvissem**, quanta scilicet esset copia transmissi sanguinis; quam brevi*
 82,1 *tempore ea transmissio fieret; anne suppeditare ingesti alimenti succus eam posset; **animadverti tandem**, venas inanitas & omnino exhaustas, &*
 5 *arterias ex altera parte, nimia sanguinis intrusione, disruptas fore; nisi sanguis aliqua via ex arteriis denuo in venas remearet, & ad cordis dextrum ventriculum regrederetur.*

10 *Coepi egomet mecum cogitare (...)*

Der Stil der letzten drei Kapitel – die Vermittlung von Fakten steht nun nicht mehr im Vordergrund – ist wiederum wie am Anfang des Buches einer hypotaktischen, an klassischen

Beispielen geschulten Konstruktion verpflichtet. So lautet z.B. der Beginn des fünfzehnten Kapitels:

Sed hoc etiam subiungere non abs re fuerit, quod, secundum communes quasdam ratiocinationes, ita esse et conveniens sit et necessarium.

Eine besonders literarische Ausformung kann der Text aber auch in Einschüben finden, wie z.B. im achten Kapitel anlässlich der erstmaligen Forderung der Existenz eines Blutkreislaufes. Harvey bringt an dieser Stelle (42,18-24), wie auch im letzten Kapitel (70,19-24) ein Loblied des Herzens, das an die Panegyrik der Widmung an Charles I. erinnert, der an dieser Stelle aber nicht genannt ist. An der Grenze zwischen sachlichem Argument und rein literarischem Topos steht der von Harvey oftmals wiederholte Hinweis *natura nihil faciens frustra*, der sich in der besprochenen Periode 42,18f wiederfindet.

7.3 Namen der im Werk genannten Anatomen und Ärzte^{74 75}

Harvey nennt in seinem Werk eine Vielzahl von Personen, deren Daten, insofern sie für Harveys Werk von Bedeutung sind, kurz genannt werden sollen:

Am häufigsten bezieht sich Harvey in seinem Werk über den Blutkreislauf, aber auch in seinen anderen Arbeiten, wie z.B. den *Exercitationes de Generatione Animalium*, auf **Aristoteles** (384 – 322), den er im Vorwort des letztgenannten Werkes *naturae diligentissimus investigator* nennt.⁷⁶ Er fühlt sich seiner Methode so sehr verpflichtet, dass er nicht ansteht zu behaupten, besonders ihm als einer Leitfigur in den Wissenschaften nachfolgen zu wollen (*prae caeteris autem, Aristotelem ex antiquis, ex recentioribus vero Hieronymum Fabricium ab Aquapendente, sequor; illum, tamquam Ducem; hunc, ut Praemonstratorem*).⁷⁷ Es ist im Besonderen die Teleologie des Aristoteles, die Harveys wissenschaftliche Sicht und Methode beeinflusst hat.⁷⁸ Folgende Werke von Aristoteles werden in Harveys Kreislaufphysiologie namentlich aufgeführt:

Analytica Posteriora

⁷⁴ Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 30-39.

⁷⁵ *Antike Heilkunst, Ausgewählte Texte*, ed. J. Kollesch & D. Nickel, Stuttgart 1994, 9-49.

⁷⁶ Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651, 15.

⁷⁷ Harvey, W., *Exercitationes* (s. o. Anm. 76), 36.

⁷⁸ Siehe Kapitel 7.6.

Analytica Priora

De Anima

De Audibilibus

De Generatione Animalium

De Generatione et Corruptione

De Juventute

Meteorologica

De Motu Animalium

De Partibus Animalium

De Respiratione

De Spiritu

Es überrascht nicht, dass **Galen** (129 – ca. 200) in der Häufigkeit seiner Nennung dem Stagiriten nicht wesentlich nachsteht, hat er doch die Medizin der Antike, des Mittelalters und der frühen Neuzeit entscheidend geprägt. Obwohl Harvey offensichtliche Fehler Galens korrigiert, kommt seine (vordergündige?)⁷⁹ Hochschätzung durch wiederholte Bezeichnungen wie *pater medicorum* und *vir divinus* klar zu Ausdruck.⁸⁰ Aus dem Oeuvre Galens werden genannt:

An in Arteriis Natura Sanguis contineatur

De Placitis Hippocratis et Platonis

De Locis Affectis

De Usu Partium

Mit Caspar **Bauhinus** (1560 – 1624), Leonardus **Botallus** (1530 – 1578), Realdus **Columbus** (1516 – 1559), Hieronymus **Fabricius** ab Aquapendente (1537 – 1619, der Lehrer Harveys in Padua), Hieronymus **Fracastorius** (1484 – 1553), Caspar **Hofmann** (1572 – 1648), Andreas **Laurentius** (1558 – 1608), Johannes **Riolanus** (1580 – 1657) und Jacobus **Silvius** (1478 – 1555) nennt Harvey die wichtigsten Anatomen seiner Zeit. Er war gemeinsam mit Caspar Hofmann Schüler des Hieronymus Fabricius ab Aquapendente in Padua, und Joannes Riolanus war einer seiner erbittertsten Gegner. Auffällig ist, dass der wohl bedeutendste Anatom der Epoche, Andreas **Vesalius** (1514 – 1564), der vor Fabricius ebenfalls in Padua

⁷⁹ Siehe Kommentar zum Proömium 307f.

⁸⁰ Harvey, W., *Exercitatio de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628, 32 und 39.

lehrte, in Harveys Werk nur einmal kurz im zweiten Kapitel in einem Nebensatz erwähnt wird (*Neque omnino admittendum illud, tametsi divini Vesalii adducto exemplo confirmatum.*)⁸¹

An antiken Ärzten nennt Harvey in Zusammenhang mit Galen **Erasistratus** (1. Hälfte des 3. Jahrhunderts v. Chr.), dessen Lehre vom Pneuma – es finde sich in den Arterien nur Luft – Galen heftig bekämpft hat.⁸²

Aus dem *Corpus Hippocraticum* findet die pseudohippokratische Schrift *De Corde* lediglich einmal Erwähnung.⁸³

7.4 Das Druckersignet

Neben der Nennung des Titels des Werkes und des Autors als Mitglied und Professor der Londoner Medizinischen Gesellschaft findet sich auf dem Titelblatt das Emblem des Druckers William Fitzer aus Frankfurt. Es stellt einen Engel vor dem Hintergrund einer Landschaft dar, der seine rechte Hand auf einen Säulenstumpf legt. Engel und Säulenstumpf sind als christliche Form der Allegorie der *Constantia* zu verstehen: traditionell dient als Verbildlichung der Beständigkeit eine Säule (zumeist ein Säulenstumpf), neben der häufig eine weibliche Gestalt steht bzw. auch sitzt und die auf die Säule weist bzw. ihre Hand legt.⁸⁴ Der Säulenstumpf ist von einem Schriftband zweimal umschlungen und bietet mit dem von unten nach oben zu lesenden Text *ora et labora / cetera deo commenda* eine offenkundig verbreitete Maxime.⁸⁵ Mit der linken Hand stützt sich der Engel auf ein Schild mit Monogramm William Fitzers.⁸⁶

William Fitzer (1600(?) – 1671) war wie Harvey Engländer. Er scheint erstmal 1625 als Agent (*Factor*) auf der Frankfurter Buchmesse auf und hatte sich 1626 um das Bürgerrecht in Frankfurt beworben.⁸⁷ Aus finanziellen Gründen hatte bereits Robert Fludd (1574 – 1637), Arzt und Freund Harveys – er hatte mit ihm 1602 in Padua studiert – seine Werke in Frankfurt

⁸¹ Harvey, W., *Exercitatio* (s. o. Anm. 80), 23.

⁸² Galen, *An in Arteriis Natura Sanguis Contineatur*, in: *Claudii Galeni Opera omnia IV*, ed. C. G. Kühn, Leipzig 1822, 703-736.

⁸³ Harvey, W., *Exercitatio de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628, 69.

⁸⁴ Zur Ikonologie siehe: Ripa, C., *Iconologia Overo Descrittione Di Diverse Imagini cavate dall' antichità, & di propria inventione*, Rom, 1603, 86 (Una donna, che con il destro braccio tenghi abbracciata una colonna).

⁸⁵ *ora et labora* ist keineswegs auf den Benediktinerorden festgelegt, sondern auch protestantisch. Eine Übersicht bietet: Kaftan, O. J., OSB, *Ora et labora* – (k)ein benediktinisches Motto. Eine Spurensuche. *EuA* 90 (2014), 415-421.

⁸⁶ Für die Hilfe bei der Interpretation des Druckersignets habe ich Frau Prof. Elisabeth Klecker, Wien, zu danken.

⁸⁷ Weil, E., William Fitzer, the publisher of Harvey's *de motu cordis*, 1628, *The Library* s4-XXIV, Issue 3-4 (1944), 142-164.

drucken lassen⁸⁸ und scheint auch Harvey zur Zusammenarbeit mit Fitzer veranlasst zu haben. Damit im Einklang stehend ist *De motu cordis* ein eher schlecht produziertes, auf, bis auf wenige Ausnahmen, dünnem, billigen Papier gedrucktes Buch.

7.5 Zeilenkommentar

Widmungsadresse an Karl I von England⁸⁹

Der Traktat ist in Briefform stilisiert⁹⁰ und weist alle Charakteristiken einer Panegyrik auf. Harvey verwendet für Karl I. einen enkomiastischen Sonnenvergleich, den er im achten Kapitel an prominenter Stelle (etwa in der Mitte des Werkes (42,18f) wieder aufnimmt, wo er beschreibt, wie er zu der Vorstellung eines zirkulierenden Blutes gekommen ist (41,29f). Die Dedikation gliedert sich in allgemein-gnomische Teile, die mit direkt an den Herrscher gerichteten Passagen abwechseln: z.B. 4,7: *cor animalium, fundamentum est vitae* und 4,11: *Rex pariter regnorum suorum fundamentum.*

3,2: *Carolo, Magnae Britanniae:* König Karl I. von England (1600 – 1649). War 1625 – 1649 König von England, Schottland und Irland. Er wurde im englischen Bürgerkrieg 1649 hingerichtet. Er wird im Anglo-Katholizismus als Märtyrer und Heiliger verehrt, sein Gedenktag ist der 30. Jänner.

3,3: *Franciae:* Karl I. war seit Juni 1625 mit Henriette Marie de Bourbon, der Tochter des französischen Königs, verheiratet.

3,7: *Cor animalium, fundamentum est vitae:* der zentrale Begriff des gesamten Werkes wird an erster Stelle genannt. Harveys Vergleiche sind stark an die Anschauungen des Aristoteles angelehnt, wie sie in *De Part. Animalium* formuliert sind: im Herzen liegt der Ursprung des Lebens, jeder Bewegung und der Wahrnehmung (PA 665a12 ἐν ἧ τὴν ἀρχὴν φαμεν τῆς ζωῆς καὶ πάσης κινήσεως τε καὶ αἰσθήσεως).

⁸⁸ „I sent them beyond the Seas, because our home-borne Printers demanded of me fine (sic!) hundred pounds to Print the first Volume, and to find the cuts in copper; but beyond the seas it was printed at no cost of mine, and that as I would wish.“ Zitiert nach: Weil, E., William Fitzer (s.o., Anm. 86), 144

⁸⁹ Eine ausführliche Beschreibung und Kommentierung der beiden Widmungsadressen findet sich bei Schreiner, S. M., Herz-Sonne-König. Literatur, Topik und Medizin in William Harveys Widmungsadressen zur *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* (1628), Wiener Humanistische Blätter 51 (2009), 58-89.

⁹⁰Siehe Anm. 64.

3,5: *fidei defensori*: Karl wird als Oberhaupt der anglikanischen Kirche angesprochen.

3,12: *Rex [.....] Microcosmi sui Sol, Reipublicae Cor est*: der Herrscher ist die Sonne seines Mikrokosmos, er ist so bedeutend für seinen Staat wie das Herz für den Körper. Ein Vergleich von Mikro- und Makrokosmos findet sich verbreitet in der aristotelischen Tradition.⁹¹ Harvey wird im Proömium seiner 1651 publizierten *Exercitationes de Generatione Animalium* Aristoteles als seinen *Dux* bezeichnen.⁹² Diese Metapher wird in den *Exercitationes* in den Kapiteln 8 (p. 42,18) und 14 (p. 70,20) erneut aufgenommen.

3,16: *uti huius saeculi mos est*: es ist üblich, sein Werk dem Herrscher zu widmen.

3,16: *offerre eo magis ausus sum*: Apologie im Rahmen der Panegyrik. Harvey rechtfertigt seine Widmung mit dem Argument des Modells der Herzens für die Monarchie (4,1 *ad cordis, Regis plurima*).

4,2: *non inutilis cordis sui notitia*: Litotes als Ausdruck der ebenfalls topischen Bescheidenheit (*modestia*) des Arztes.

4,5: *regum optime [...] princeps virtute abundans*: Häufung panegyrischer Anreden durch den *devotissimus servus* (4,18). Mit *regum optime* zieht Harvey einen Vergleich mit dem Herzen als dem Ort göttlichen Wirkens wenige Zeilen zuvor (4,3 *tamquam actionum divinum Exemplarium*) – die monarchische Staatsform als Ort göttlichen Wirkens.

4,10: *Serenissimus Rex*: wie in einer Ringkomposition wird Karl I. neuerlich mit diesem Attribut angesprochen, als ein Herrscher, den die praefationstypischen Herrschertugenden *benignitas* und *clementia* auszeichnen.⁹³

4,12: *novus splendor huius saeculi [...] quidquid vita nostra iucundi habet*: letzte Steigerung der Panegyrik. Dem neuen Glanz des Jahrhunderts – Karl I. wurde 1625, also drei Jahre vor der Publikation der *Exercitationes*, als König inauguriert – ist alles Gute eines neuen Goldenen Zeitalters zu verdanken.

⁹¹ Norden, D. P., *Microcosm and Macrocosm in Seventeenth-Century Literature*, *Journal of the History of Ideas* (1977), 409-428.

⁹² Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651, 36.

⁹³ Schreiner, S. M. (siehe Anm. 89).

Widmungsadresse an John Argent und das College of Physicians⁹⁴

Die Dedikation weist auf zwei Grundprinzipien der Forschungen Harveys hin, auf die er wiederholt in seiner Schrift rekurriert: die Liebe zur Wahrheit (*amor veritatis*) und die Bestätigung der Wahrheit durch Beobachtung (*ex dissectionibus fabricam naturae discere et docere*). Der Wahrheitsbegriff kommt in der knapp vier Seiten umfassenden Dedikation elfmal vor, der Hinweis auf die Bedeutung der Sektion und der Beobachtung sechsmal.

Ganz in der Tradition einer apologetischen Dedikation betont Harvey in seiner Widmung an John Argent und das College of Physicians in London, zur schriftlichen Abfassung seiner, „seit mehr als neun Jahren durch wiederholte öffentliche Demonstrationen bestätigten und von den Entgegnungen der gelehrtesten Anatomen befreiten, neuen Lehre gedrängt worden zu sein“ (5,11-6,1: *sed iam per novem et amplius annos multis ocularibus demonstrationibus in conspectu vestro confirmatam, rationibus et argumentis illustratam, et ab obiectionibus doctissimorum et peritissimorum anatomicorum liberatam, toties ab omnibus desideratam, a quibusdam efflagitatam, in lucem et conspectum omnium hoc libello producimus* (sc. *sententiam novam*)). Neun Jahre abzuwarten ist ein Topos; Harvey sieht sich somit in der Tradition so bedeutender Dichter wie Catull (c. 95,1/2: *Zmyrna mei Cinnae nonam post denique messem / quam coepta est nonamque edita post hiemem*) und Horaz (*ars* 386f.: *si quid tamen olim / scripseris, in Maeci descendat, iudicis auris / et patris et nostras nonumque prematur in annum / membranis intus positus*). Auch die Publikationsaufforderung ist präfationstypisch: gedrängt wurden angeblich viele zur Abfassung ihrer Schriften, so seinerzeit Cicero von Brutus zur Herausgabe seines *Orators* und auch Anselm von Canterbury zur Niederschrift seines *Cur deus homo*. Es mag ein Zufall sein, doch Harvey hat seine philologische Ausbildung an der King's Grammar School in Canterbury erhalten⁹⁵ und sein „Gedrängtwerden“ erinnert mehr an das Anselms (*saepe et studiosissime a multis rogatus sum*)⁹⁶ als an das Ciceros (*Orator* 1,1: *utrum difficilius aut maius esset negare tibi saepius idem roganti an efficere id quod rogares, diu multumque, Brute, dubitavi*).

Nach selbstbewusster Betonung seines Prioritätsanspruches als festem Bestandteil der Exordialtopik setzt sich Harvey kurz mit der Problematik der Autorität der Überlieferung

⁹⁴ Schreiner, S. M. (siehe Anm. 89).

⁹⁵ Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 8.

⁹⁶ Anselm von Canterbury, *Cur Deus Homo*, ed. F. S. Schmitt O.S.B., Darmstadt 1986, 10.

auseinander und fordert die Entwicklungsmöglichkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis. Er weist schon hier auf die Bedeutung des Experimentes und die Notwendigkeit hin, Anatomie nicht aus Büchern, sondern an Hand der Sektion zu lernen und zu lehren.

Die Präfation steht also unter dem Motto Wahrheitsgewinn durch Beobachtung, die Intentionen des Autors zeichnen sich durch den *amor veritatis* aus. Apologetisch beteuert er, sein Widerspruch zu den Aussagen der *communis opinio* sei nicht als Kampfansage an die medizinischen Autoritäten aufzufassen.

5,1: *Excellentissimo & Ornatiss. Viro D.*: Ehrerbietig, aber in geringerem Ausmaß als die Dedikation an König Karl I. ist auch die Widmung an John Argent und die Londoner Gesellschaft der Ärzte.

5,2: *Argent*: John Argent (? – 1643), von 1625 – 1627 Präsident des College of Physicians in London.⁹⁷

5,3: *Collegii Medicorum Londinensis*: 1518 mit königlicher Genehmigung unter Heinrich VIII. gegründet. Der Titel *royal* wird seit 1647 geführt. Bis heute findet jährlich zu Ehren Harveys eine *Harvenian Lecture* statt.

5,7 *S. P. D.*: *salutem plurimam dicit*

5,8-11: *Meam [...] sententiam [...] novam*: im Gegensatz zum devoten Stil der Widmung selbstbewusste Aussage an prominentester Stelle am Anfang der Dedikation und sprachlich hervorragend präsentiert durch ein Hyperbaton, das den Rahmen für zwei zentrale wesentliche Aussagen bildet: die erste Sperrung umklammert den Forschungsgegenstand und sogleich das epochale Hauptergebnis, die Bewegung und Funktion des Herzens und den Kreislauf des Blutes. Das zweite Hyperbaton weist darauf hin, dass die Untersuchungen, die zu der Entdeckung der Blutzirkulation geführt haben, bereits vor Zeugen in den öffentlichen anatomischen Vorlesungen vorgestellt worden sind. Die Betonung der Sektion zur Bestätigung der neuen Lehre an prominenter Stelle am Anfang der Dedikation weist auf den neuen Forschungsstil hin: nicht aus Büchern und den Lehren der Philosophen, sondern durch die praktische Anatomie können Erkenntnisse gewonnen werden (siehe weiter unten 8,17).

⁹⁷ <http://munksroll.rcplondon.ac.uk/Biography/Details/122> (11.12.2016).

5,9 E. D. D.: excellentissimi domini doctores

5,11-6,1: *sed iam per novem [...] confirmatam [...] illustratam [...] liberatam [...] desideratam [...] efflagitatam [...] produximus*: kunstvoll gestaltete Periode, welche wesentliche Aspekte einer lateinischen Prosapräfatation enthält.⁹⁸ Harvey steigert die an ihn gerichtete Aufforderung zur Publikation von einem „ersehten“ (*desiderare*) zu einem „dringend geforderten“ (*efflagitare*) Erscheinen des Werkes und bringt damit zum Ausdruck, wie intensiv er von seinen Kollegen dazu gedrängt worden sei.

Die Beispiele von Autoren, die ihr Opus neun Jahre zurückgehalten haben, ist Legion.

Beispielhaft sollen nur Catull c. 95,1/2, Horaz *Ars* 388 und der sich in der Präfatation zu seinen *Institutiones* auf die genannte Horazstelle beziehende Quintilian genannt werden.

Selbstbewusst reiht Harvey somit seine *Exercitationes* in den Kanon bedeutender literarischer Produktionen ein.

In der ersten Hälfte des Satzes zieht Harvey die Anatomen, die seinen öffentlichen Sektionen beigewohnt haben, als Zeugen für die Richtigkeit der neuen Lehre heran (Autopsietopos), die, abgesichert durch logische Argumentationen, den Einwänden bedeutender Kollegen standgehalten habe. Mit den bedeutenden Kollegen sind die beiden bedeutendsten lebenden Anatomen seiner Zeit, Caspar Hofmann aus Altdorf in Bayern und Jean Riolan, der an der Sorbonne lehrte, gemeint.

5,18: *hoc libello: libellus*, Büchlein, hier wohl nicht nur als ein Bescheidenheitstopos zu werten, da es sich tatsächlich um ein sehr kleines Buch – Kantenlänge um 10 cm, Dicke 1,5 cm – handelt.

6,1; *quem nisi nobis transmissum [...] tutum*: Topos des literarischen Produktes als geistiges Kind, welches bei seinem Erscheinen in der Welt gefährdet ist. Er übt wie auch der Aufforderungstopos die Funktion aus, einen Teil der Verantwortung für die Publikation auf andere wichtige Personen zu übertragen.⁹⁹

6,3-6,9: *cum pene omnium [...] assistere candide & astipulari consuevistis*: neuerliche Betonung des Autopsietopos.

⁹⁸ Janson, T., *Latin prose prefaces*, Stockholm 1964, 116-124.

⁹⁹ Janson, T., *Latin prose prefaces* (s. o. Anm. 98), 141.

6,9-6,20: *et cum contra receptam viam [...] favorem accepissem*: einerseits selbstbewusste Betonung, die Wahrheit erkannt zu haben, andererseits neuerlich Bekräftigung des Bescheidenheitstopos (6,13: *arroganter nimis factum, ne videretur*) und des Autopsietopos.

6,16: *transfretare si permissem*: Der Vergleich einer zur Veröffentlichung anstehenden Schrift mit einem Schiff, welches den Gefahren der See ausgesetzt werden soll, hat eine lange Tradition:¹⁰⁰ z.B. Quintilian *Inst.* 12, proem. 4: *caelum undique et undique pontus*, oder Cassiodor *de anima* I 1: *amicorum me suave collegium in salum rursus cogitationis expressit*.¹⁰¹

6,23: *ab aliis tum demum minus pertimescendum*: als entschiedenster Gegner der neuen Lehre trat Caspar Hofman von der Universität Altdorf bei Nürnberg auf, der Harvey im 4. Kapitel seiner *Apologiae pro Galeno, sive XPHΣTOMAΘEIQN*¹⁰² frontal angriff, seine Lehre belächelte und sie als verdammenswerte Irrlehre zieh,¹⁰³ obwohl Harvey im Jahre 1636 eine öffentliche Sektion durchführte, um seine Lehre zu beweisen.¹⁰⁴

Als Reaktion auf die Kritik des zweiten bedeutenden Anatoms Jean Riolan verfasste Harvey die *Exercitationes duae anatomicae de circulatione sanguinis ad Joannem Riolanum, filium, Parisiensem*, welche erstmals 1649 in Cambridge veröffentlicht wurden.¹⁰⁵

7,1-8,11: *a vobis, ob amorem veritatis [...] a stulto intelligens*: auf den Hinweis, auch die Unterstützer seiner Lehre seien vom *amor veritatis* inspiriert, folgt ein längerer Exkurs über die Wahrheit in den Wissenschaften und die wahren Philosophen. Der *philosophus verus* zeichnet sich eben durch Wahrheitsliebe und Weisheit aus.

¹⁰⁰ Janson, T., Latin prose prefaces (s. o. Anm. 98), 146f.

¹⁰¹ Eine Zusammenstellung findet sich bei Curtius, E.R., Europäische Literatur und lateinisches Mittelalter, Bern/München 1963⁴, 138-141.

¹⁰² Hofman, C., *Apologia pro Galeno, duobus tomis divisa, sive XPHΣTOMAΘEIQN libri tres*, Lyon 1668, liber 2, 104-107.

¹⁰³ Siehe meinen Aufsatz: William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* im Diskussionsfeld der zeitgenössischen Kritik, in: Acta Conventus Neolatini Vindobonensis. Proceedings of the 16th International Congress of Neolatin Studiis, Leiden 2018, 615-628.

¹⁰⁴ Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 196.

¹⁰⁵ Harvey, W., *Exercitationes duae Anatomicae de Circulatione Sanguinis*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1958.

7,5: *numquam se tam σοφοῦς*: eine der wenigen Stellen, an denen Harvey griechisch schreibt. Harvey hatte an der King`s School in Canterbury auch basale Griechischkenntnisse erworben.¹⁰⁶

7,8-7,11: *nec tam angusti animi [...] nihil sit reliquum*: der wahre Philosoph steht einer Veränderung und Entwicklung in den Wissenschaften offen gegenüber, obwohl von den Alten – Harvey denkt wohl vorwiegend an Aristoteles und Galen – eine anscheinend perfekte, in sich abgeschlossene Lehre (*scientia perfecta*) übermittelt wurde. Schon in dieser Passage schwingt die neue von Francis Bacon propagierte Methode mit, einen kontinuierlichen Erkenntnisgewinn durch die Abfolge Experiment – Hypothese – Experiment zu erzielen: *Novum Organon I a 117 ex operibus et experimentis causas et axiomata, atque ex causis et axiomatibus rursus nova opera et experimenta (ut legitimi Naturae Interpretes) extrahere* (aus Werken und Experimenten die Ursachen und Grundlagen, und aus diesen wieder neue Werke und Grundlagen (wie rechte Interpreten der Natur) abzuleiten).

7,14-20: *nec ita traditionibus [...] in conspectu omnium deserunt*: Harvey fordert an dieser Stelle nicht mehr und nicht weniger als den Bruch mit der antiken Tradition! Wenn er schreibt, die wahren Philosophen seien nicht den alten Meistern verpflichtet (7,17: *nec ita in verba iurant antiquitatis magistræ*), zitiert er nicht nur Horaz *Ep. 1,1,14 (nullius addictus iurare in verba magistri)*, sondern auch das Motto der Royal Society of London und somit auch seinen Leitspruch.

7,20-8-11: Aber es ist Vorsicht geboten, nicht jeder Meinung ist leichtfertig Glauben zu schenken, die klar zutage tretende (*luce meridiana*) Wahrheit aber anzuerkennen. Als Negativbeispiele werden die schon von Platon getadelten Erfindungen der Dichter (*poetarum fabulas*), die Hirngespinnste des gemeinen Volkes (*vulgi deliramenta*) und das Zeitalter der Skeptiker (*Scepticorum epochen*) genannt. Neid und Unwillen sind dem wahren Forscher fremd, eine Falsifikation, um einen modernen Begriff zu verwenden, ist möglich: 8,5: *nec turpe putant mutare sententiam si veritas suadet & aperta demonstratio: nec errores, licet antiquissimos deserere arbitrantur inhonestum*. Harvey kommt damit den Prinzipien einer modernen Wissenschaftstheorie sehr nahe.¹⁰⁷

¹⁰⁶ Wright, T., *Circulation. William Harvey`s Revolutionary Idea*, London 2012, 9.

¹⁰⁷ Z. B.: Popper, K.R., *Logik der Forschung*. Tübingen 1982, 49: „an dem falsifizierenden Experiment haben wir höchstes Interesse, wir buchen es als Erfolg, denn es eröffnet uns Aussicht in eine neue Welt von Erfahrung.“

7,24: *poetarum fabulas*: Bezugnahme auf die Dichterkritik Platons im 10. Buch der *Politeia*.

8,12-17: *Verum isto tractatu [...] nolebam*: ein Versprechen, welches Harvey nicht einhalten wird. Die Aussage, nicht auf sein gutes Gedächtnis und seine beschwerlichen nächtlichen Studien (*lucubrare*) hinweisen zu wollen, sind als ein präfationstypischer Hinweis auf die eigene Bescheidenheit zu werten – Nacharbeit ist notwendig, wenn das persönliche Talent nicht ausreicht.¹⁰⁸

8,17-20: *Tum quod non ex libris [...] docere Anatomicen profitear*: neuerlicher Hinweis, nicht die Tradition der Alten fortsetzen zu wollen, sondern aus der Sektion neue Erkenntnisse zu gewinnen.

8,20-9,7: *Tum quod neque e veteribus quemquam [...] rei litterariae utile in medium proferre possim*: nachdem Harvey noch einmal betont, mit niemanden streiten (*manus conserere*) zu wollen, betont er in den letzten Zeilen neuerlich, nur der Wahrheit verpflichtet zu sein. Im Widerspruch zu 8,15 (*lucubrationes*) betont er wiederum den großen Arbeitsaufwand (*omnem tum operam, tum oleum eo contuli*), der nötig war, und hofft für die Menschheit (*aliquid bonis gratum, doctis commodum*) und im Besonderen für die Wissenschaften (*res litterariae*), etwas Nützliches geschaffen zu haben (*utile in medium proferre possim*).

9,6-7: *Valete Domini [...] favete*: im letzten Satz der Dedikation ruft Harvey die Doktoren der Londoner Ärztesgesellschaft zur Unterstützung auf.

Proömium

Nahezu das gesamte Proömium ist eine Darstellung der galenischen Lehre zur Atmung und den Blutgefäßen, wie sie in den Büchern *De Usu Respirationis*, *An in Arteriis Sanguinis contineatur* und *De Usu Pulsuum* dargestellt ist. Alle von Harvey aufgeführten Beispiele sind diesen Büchern entlehnt, und es lassen sich auch weitgehende wörtliche Übereinstimmungen nachweisen.¹⁰⁹

¹⁰⁸ Janson, T., *Latin prose prefaces*. Stockholm 1964, 147.

¹⁰⁹ Furley D.J., Wilkie J.S., *Galen on respiration and the arteries*, Princeton 1984, 43.

Die Einleitung beginnt ganz in aristotelischer Manier mit einer Vorstellung der von Harvey angewandten wissenschaftlichen Methode. Nach dem Studium und kritischer Prüfung der übermittelten Tradition gilt es, Irrtümer durch experimentelle Untersuchungen zu verbessern. Er zeigt anhand der Diskussionen um den Themenkomplex Atmung und Puls und ganz besonders um die Frage des Inhaltes der Blutgefäße die Widersprüche der über Galen tradierten antiken Vorstellungen auf, die im frühen 16.Jh. noch allgemein anerkannt waren. Das Proömium nimmt in seinem Verlauf immer mehr den Charakter einer Invektive an und ähnelt in der Wortwahl der Polemik Galens gegen Erasistratos in den genannten Schriften. Es gipfelt schließlich in fünf taxativ aufgeführten Fragen. Das rhetorische Element des Proömioms wird unterstrichen durch viermalige Äußerungen der Entrüstung: 16,30 *Deus bone*, 18,1 *sed amabo*, 18,14 *me hercule*, 18,23 *quaeso* und durch wiederholte Darstellung der gleichen Widersprüche der Vorgänger.

Bereits in der Vorrede werden Argumente aus der Embryologie zur Unterstützung der eigenen Annahmen vorgebracht. Das Proömium endet mit der Feststellung, dass die bislang vorliegenden Ansichten unklar oder falsch sind, sodass zur Klärung des Sachverhaltes Experimente an Mensch und Tier, die Vivisektion eingeschlossen, notwendig sind.

10,5-11: *De cordis arteriarumque [...] accurata observatione emendentur*: Beinahe wörtliche Übereinstimmung mit Aristoteles *De An.* 403b21: ἀναγκαῖον [...] τὰς τῶν προτέρων δόξας συμπαραλαμβάνειν ὅσοι τι περὶ αὐτῆς ἀπεφάναντο, ὅπως τὰ μὲν καλῶς εἰρημένα λάβωμεν, εἰ δέ τι μὴ καλῶς, τοῦτ' εὐλαβηθῶμεν (es ist notwendig [...] die Ansichten der Vorgänger heranzuziehen, wenn sie etwas darüber geäußert haben, damit wir die rechten Aussagen übernehmen, falls sie etwas nicht recht gesagt haben, um dies vermeiden). Der Satz endet mit der Feststellung, Irrtümer durch systematische (*multiplici experientia, diligenti, & accurata observatione*) Experimente klären zu wollen und deutet die neue, Bacon verpflichtete wissenschaftliche Methode an (*Novum Organon I* a 95: *ex harum facultatum (experimentalis et rationalis) arctiore et sanctiore foedere* (mit der engeren Verbindung dieser Fähigkeiten, der experimentellen und der rationalen), die allerdings schon bei Galen *An in Arteriis Sanguis contineatur* vorgezeichnet ist (K IV 720,14: *quaecunque in cogitationem hominum veniunt, aut sensu, aut ratione deprehenditur*).

Sprachlich zeigt der erste Satz des Proömioms mit der Formel 10,6 *cogitanti, operae pretium est* nicht zufällig Anklänge an Ciceros *De Orat.* 1,1 (*cogitanti mihi*) und das Proömium von Livius 1,1 (*facturnusne operae pretium sim*).

Der erste Satz führt mit *actio*, *usus* und *utilitas* terminologisch wichtige Begriffe ein, die teils von Galen selbst konkretisiert wurden und sich aus der Nomenklatur der aristotelischen Philosophie herleiten. Im 17. Buch von *De Usu Partium* gibt Galen eine Definition der Begriffe *actio* (ἐνέργεια), *usus* (χρεία) und *utilitas* (εὐχρηστία) K IV 346f.: *partis igitur actio ab ejusdem usu (ut antea diximus) differt, quod actio quidem motus quidam est activus, usus vero nihil aliud est quam quod vulgo appellatur utilitas* (aber die Aktion eines Körperteiles unterscheidet sich, wie ich zuvor gesagt habe, von seinem Nutzen. Die Aktion ist jedenfalls eine gewisse aktive Bewegung, der Nutzen aber nichts Anderes, als allgemein als Brauchbarkeit (εὐχρηστία, *utilitas*) bezeichnet wird. Der von Harvey und auch von Kühn verwendete lateinische Text bringt noch eine ergänzende Erklärung zu *usus*, die sich nicht im griechischen Original findet: K IV 347,2: *seu ad utendum aptitudo quaedam* (oder eine gewisse Eignung für den Gebrauch) und zeugt von der Schwierigkeit der Übersetzung der aristotelischen Begriffe ins Lateinische. Was unter einer aktiven Bewegung gemeint ist, sagt Galen im ersten Buch von *De Methodo Medendi* K X 45,16: *ipsa rursus actio motus est activus. At horum ipsorum motus prioris habitus est immutatio, activus qui ab se editur, ut et passivus motus qui a aliquo externo excitatur* (weilers, die Aktion selbst ist eine aktive Bewegung und eine Bewegung dieser Dinge selbst ist eine Veränderung des ursprünglichen Dinges. Sie ist eine aktive Bewegung, die aus sich heraus entsteht, wie die passive Bewegung durch eine andere Ursache erregt wird). Diese wichtigen Begriffe seien noch einmal tabellarisch zusammengestellt. Die von mir vorgeschlagenen deutschen Termini, die sich an englischen Übersetzungsversuchen orientieren,¹¹⁰ können natürlich nur einen Kompromiss darstellen:

<i>actio</i>	ἐνέργεια	Aktion/Tätigkeit
<i>usus/functio</i>	χρεία	Funktion/Zweck/Eignung/Nutzen
<i>utilitas</i>	εὐχρηστία	Nützlichkeit/Brauchbarkeit

10,12-11,1: *Pene omnes huc usque Anatomici [...] pectoris et pulmonum*: Gleich im zweiten Satz der Vorrede führt uns der Autor in *medias res*, wenn er auf konkrete Fragen des Zusammenhanges von Atmung und Puls, wie er bei Galen gelehrt wurde, verweist. Dieser hatte eine enge funktionelle Beziehung beider postuliert.¹¹¹ Überlegungen zu Funktion und Nutzen der Atmung und zur Natur des Pulses wurden schon in der Antike angestellt.

¹¹⁰ Furley D.J., Wilkie J.S., Galen on respiration and the arteries, Princeton 1984, 58f.

¹¹¹ Galen, *De Utilitate Respirationis*, in: *Claudii Galeni Opera Omnia IV*, ed. C.G. Kühn, Leipzig 1822, 470-511.

Aristoteles¹¹² zitiert ein längeres Fragment aus einem Werk des Empedokles, in dem dieser die Atmung über die Haut beschreibt und mit der Funktion einer Klepshydra vergleicht. Im weiteren Verlaufe des Proömiums wird Harvey im Zusammenhang mit der Frage, was der Puls sei, darauf ausführlich eingehen (siehe unten). Diese Anschauung wurde von Platon übernommen, ausgebaut und im Timäus (78a ff.) ausführlich beschrieben. Aristoteles hat sich in den Schriften *de juventute* und *de respiratione* kritisch zu seinen Vorgängern geäußert und eigene Vorstellungen zur Atem- und Kreislaufphysiologie entwickelt.¹¹³

Ein zentraler Diskussionspunkt ist bis in die Renaissance die Frage nach der Natur des Pulses: Es wurden ein aktives – die Ursache des Pulses ist in einer besonderen Eigenschaft der Arterien begründet – und ein passives Vermögen (*facultas*) – der durch die Kontraktion (Systole) des linken Ventrikels bedingte Auswurf des Blutes bewirke eine Dehnung (Diastole) der Arterien¹¹⁴ – unterschieden. Galen hat diesem Fragenkomplex die Bücher *De Usu Respirationis*, *An in Arteriis Natura Sanguis contineatur*, *De Usu Pulsuum* und *De Causis Respirationis* gewidmet.¹¹⁵

10,14: *ille ab animali haec a vitali facultate*: bzgl. der Begriffe *facultas (spiritus) animalis* und *vitalis* soll auf oben (10,5 – 11) verwiesen werden: die *facultas animalis* entspricht den Hirn- und Nervenfunktionen, die *facultas vitalis* der Funktion des Herzens, konkret der systolischen Funktion des linken Ventrikels und der Wirkung des arteriellen Blutes.

10,16-22: *ut Hieronymus Fabr. ab aq. p. [...] respicientes tradidisse*: Hieronymus Fabricius ab Aquapendente auch Girolamo Fabrizio (1537-1619), Anatom und Chirurg, war ab 1565 Professor für diese Fächer in Padua. Harvey zählte um 1600 zu seinen Schülern.¹¹⁶ Bei dem erwähnten Buch handelt es sich um die 1615 in Padua erschienenen *Libri duo De Respiratione et eius Instrumentis*. Die von Harvey zitierte Passage findet sich im 3. Kapitel des ersten Buches (*ex quo videri utique possit refrigerationis caloris gratia respirationem fuisse comparatam*). Die Auffassung wurde aber bereits von Platon im Timäus (70c7), Aristoteles (*Resp.* 476a7) und Galen (*De Usu Resp.* K IV 510) vertreten und war somit seit langem akzeptierte Lehrmeinung.

¹¹² Aristoteles, *Resp.* 473b9-474a6.

¹¹³ Zu dieser Thematik siehe: Fritzsche, R.A., *Der Magnet und die Atmung in antiken Theorien*, RhM 57 (1902), 363-391. Schneeweiß, B., *Platons Biologie und Krankheitslehre*, Dissertation, Wien (2011), 47f.

¹¹⁴ In der modernen Nomenklatur wird die Dehnung der Arterien als Systole bezeichnet, um eine mit der Ventrikelfunktion einheitliche Bezeichnung für das gleiche physiologische Phänomen zu haben.

¹¹⁵ Furley D.J., Wilkie J.S., *Galen on respiration and the arteries*, Princeton 1984.

¹¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Hieronymus_Fabricius (22.12.2016)

10,23-11,1: *Cum vero aliter [...] a pectoris & pulmonum:* eine von Harvey wie auch von Galen häufig verwendete Methode, aus dem Bau von Organen auf deren Funktion zu schließen.

11,1-19: *si enim [...] quam per cuticulam solam:* Widerlegung des alten Konzeptes der Hautatmung. Demnach würden die Arterien in ihrer Dehnung (Diastole) Luft über die Haut auf- und in der Kontraktion (Systole) Verbrennungsrückstände (*fuligines*) abgeben. Bereits Galen hat in *An in Arteriis Natura Sanguis contineatur* durch einen Versuch nachgewiesen (K IV 733), dass nur Blut in den Arterien und weder Luft, noch *spiritus* vorhanden sind. Harveys Hauptargument ist, dass in Flüssigkeiten die Hautatmung behindert würde und somit der Puls eine Veränderung erführe. Der Einfluss eines Bades auf den Puls wurde von Galen in *de usu respirationis* (K IV 494) diskutiert.

11,19-26: *Et quomodo Embryonum [...] figamento haud absimile:* Beispiele aus der Embryologie und Tierphysiologie.

Der Embryo atmet nicht, er wird über die Placenta mit dem Sauerstoff des mütterlichen Blutes versorgt.

Robben, Wale und Delphine atmen über Lungen.

Bezüglich der Fische irrt Harvey, er folgt der Ansicht des Aristoteles in *Resp.* 471a20: ἔτι δὲ φάναι τὸν ἀέρα ἔλκειν ἐκ τοῦ στόματος ἢ ἐκ τοῦ ὕδατος διὰ τοῦ στόματος ἀδύνατον (auch noch zu behaupten aber, sie entnehmen aus dem Mund oder aus dem Wasser über den Mund die Luft, ist unmöglich). Fische nehmen aber tatsächlich Luft (Sauerstoff) mit Hilfe der Kiemen aus dem Wasser auf und geben Kohlendioxid in das Wasser ab.

11,27-12,4: *Et si in Systole [...] manifestum est:* neuerliche Betonung, dass in den Arterien keine Luft oder *spiritus* vorhanden sind.

12,1-15: *Si pulsus arteriarum [...] ab externo refrigerium:* Problem der Kühlung des *calor innatus* (eingeborene Wärme). Schon Aristoteles hat angenommen, dass die natürliche, im Herzen ihren Ursprung nehmende Körperwärme gekühlt werden muss,¹¹⁷ um eine Überhitzung zu verhindern. Harvey weist auf Widersprüche in den bestehenden Lehren hin:

¹¹⁷ Z. B.: Aristoteles, *Resp.* 476a7: αἴτιον δ' ὅτι ὁ μὲν πλεύμων τῆς ὑπὸ πνεύματος καταψύξεως ἕνεκέν ἐστιν (der Grund dafür ist, dass die Lunge zur Kühlung vermittels des Atems da ist).

Einerseits sollen die Arterien die Körperteile kühlen, andererseits enthielten sie *spiritus vitalis*, der für die Körperwärme verantwortlich ist. Die Abkühlung der Extremitäten durch eine Ligatur der Arterien ist durch die fehlende Blutzufuhr bedingt. Das Beispiel bringt Galen in *De Usu Pulsuum* K V 160.

12,15-22: *Amplius tametsi [...] merito sint suspectae*: Diskussion über den Ursprungsort des *spiritus vitalis*: neben der Behauptung, der *spiritus vitalis* entstehe im Herzen, hatte der in Padua wirkende Anatom Realdo Colombo¹¹⁸ wie zuvor schon Michael Servetius (siehe Einleitung) die Meinung vertreten, der *spiritus vitalis* entstehe in der Lunge (*De Re Anatomica* 223: *atque hos omnes pulmonis usus noverunt, qui ante me scripsere. Praeter quos ego alium addo maximi momenti, de quo ne per transennam quidem meminere. Est autem praeparatio, & pene generatio vitalium spirituum, qui post modum in corde magis perficiuntur* (allerdings haben die, die vor mir geschrieben haben, alle diese Zwecke der Lunge gekannt. Darüber hinaus füge ich noch einen Zweck von größter Bedeutung hinzu, den sie nicht einmal andeutungsweise erwähnten. Es ist dies die Vorbereitung, beinahe Bildung der *spiritus vitales*, welche danach im Herzen noch weiter vollendet werden).

12,22-32: *sanguinem in arteriis [...] sanguinem solum continere*: Wenn aber, wie Galen in einem Experiment gezeigt hat, nur Blut in den Arterien vorhanden ist, wird die Vorstellung der Vertreter dieser einander widersprechenden Lehren widerlegt (*videntur istae opiniones ita inter se pugnare, & sese invicem refellere*).

Das berühmte Experiment wurde von Galen selbst ausgeführt und findet sich mehrfach im *Corpus Galenicum: An in Arteriis Sanguis Contineatur* K IV 723f. und 733f. und *De Anatomicis Administrationibus* K II 646f. Es dürfte schon zuvor im 3. Jh. v. Chr. von Erasistratos durchgeführt worden sein, der zu einem anderen – aus heutiger Sicht richtigem – Ergebnis gekommen ist (K II 648). Das Experiment sollte die Frage klären, was die Ursache des Pulses sei und nicht, ob sich ausschließlich Blut in den Arterien findet. Es wurde zu diesem Zweck eine Arterie freigelegt, an zwei Seiten ligiert, durchtrennt und eine Kanüle aus einem feinen Schilf- oder auch Bronzeröhrchen über die beiden Schnittflächen in die beiden Arterienhohlräume eingeführt und die Arterien über dem Röhrchen mit einer Schlinge fixiert. Bei Galen pulsierte der distal gelegene Arterienabschnitt nicht mehr, sodass er

¹¹⁸ Realdo Colombo (1516-1559) war nach Vesalius von 1544 bis 1546 Professor für Anatomie in Padua, 1546-1549 in Pisa und im Anschluss daran bis zu seinem Tod an der *Sapienza* in Rom. Er schrieb das zweite große Anatomielehrbuch des 16. Jh. nach Vesalius, die *De Re Anatomica Libri XV*, welche 1559 in Venedig erschienen. Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Realdo_Colombo (25.05.2012).

fälschlicherweise annahm, dass das Vermögen der Pulsation vom Herzen über die Arterienwände vermittelt werde. Das gleiche Experiment bei Erasistratos zeigte aber eine Pulsation der distalen Arterienanteile, da der Puls ja durch den Blutfluss hervorgerufen wird. Das negative Ergebnis bei Galen dürfte auf einem Fehler bei der Durchführung des Versuches beruhen (Ligatur oder Thrombosierung des Gefäßlumens?).

Harvey zitiert die Stelle aus *An in Arteriis Sanguis contineatur* freier, indem er die Aussage durch *nihil praeter sanguinem* verstärkt. Der Text lautet in der von ihm herangezogenen, von Ianus Cornarius¹¹⁹ edierten lateinischen Übersetzung von 1549¹²⁰ (entspricht K IV 724): *nam ubi funiculo dissectam arteriam utrinque ligavimus et quod in medio comprehensum fuerat incidimus, sanguine plenam ipsam esse monstravimus*, welche mit dem griechischen αἵματος μέστος besser übereinstimmt.

12,25-28: cum ab una arteria dissecta [...] profusione exhaustum fore: wenn Harvey schreibt, dass auch Galen an „vielen Stellen gezeigt habe, dass durch eine einzige durchschnittene Arterie sich die gesamte Blutmenge in kurzer Zeit entleere,“ so findet sich diese Aussage nicht so in den überlieferten Schriften. Möglicherweise bezieht sich Harvey auf eine Stelle in *de usu pulsuum* K V 165,7: *si quis namque [...] magnas illi arterias vulneret, universum animalis sanguinem per eas exhauriet. Huius rei periculum subinde fecimus* (wenn nämlich jemand ihm (sc. dem Tier oder Menschen) die großen Arterien verletzt, wird er das gesamte Blut durch sie entleeren. Ich habe darüber wiederholt Versuche angestellt).

12,32-13,5: Unde etiam similiter [...] eundem sanguinem continere: schon Galen hat im Gegensatz zu Erasistratos darauf hingewiesen, dass in beiden Gefäßsystemen Blut enthalten ist. Er bemerkt zusätzlich aber die unterschiedliche Zusammensetzung: *An in Arteriis Sanguis contineatur* K IV 723, *sanguinem enim ambae continent* (beide enthalten nämlich Blut) und *An in Arteriis Sanguis contineatur* K IV 728,7: *arteriae duas tunicas habent, sanguis fulvus*

¹¹⁹ Ianus Cornarius (auch Johannes Hagenbut) 1500-1558, deutscher Humanist, Arzt und Philologe, Professor für Medizin in Marburg 1551, erster Dekan der medizinischen Fakultät in Jena. Quelle: Katalog der deutschen Nationalbibliothek.

¹²⁰ *CL. GALENI PERGAMENI ASIANI, EXCELLENTISSIMI SEMPER, POST UNICUM HIPPOCRATEM, MEDICI AB OMNIBUS HABITI OPERA quae ad nos extant omnia, partim iam pridem, partim penitus recens, a viris doctissimis in Latinam linguam conversa, & nunc multis recentissimis translationibus per Ianum Cornarium Medicum Physicum exornata: ex eodemque recognita ex toto & innumeris locis restitutis absolutissima, BASILEAE MDXLIX.* Diese lateinische Übersetzung des *Corpus Galenicum* wurde von verschiedenen Übersetzern verfasst und von Cornarius im Jahre 1549 bei Froben in Basel herausgegeben. Auch Kühn hat in seiner Gesamtausgabe (1821 – 1833) auf diese Übersetzung zurückgegriffen.

est (die Arterien haben zwei Wandschichten, das Blut ist hellrot). Zur Beschreibung der Farbe des arteriellen Blutes verwendet Michael Servetus das Adjectiv *flavus* (siehe Einleitung).

13,5-16: *aliqui dum dissolvere difficultatem [...] nihil aliud quam sanguis est*: wie das Fett in der Milch oder die Wärme in einem warmen Wasser, so ist auch der *spiritus vitalis* im arteriellen Blut gelöst. Verständlich wird diese Aussage, wenn wir den *spiritus vitalis* mit dem im Blut gelösten Sauerstoff gleichsetzen.

13,16-24: *si vero hunc sanguinem [...] quod est improbabile*: Harvey kommt neuerlich auf das Phänomen des Pulses zu sprechen und zeigt die Widersprüche der alten Ansichten auf. Diese haben die irrige Vorstellung vertreten, die Arterien würden sich aktiv dehnen (*per arteriarum Diastolem*) und so das Blut aus dem Herzen in die Arterien ziehen. Gleichzeitig sollten sie dabei auch Luft über die Hautporen aufnehmen. Das Blut würde die Extremitäten erwärmen, die Luft aber abkühlen.

13,24-13,32: *amplius cum affirmant [...] difficile est fingere*: folgende Ungereimtheiten zeigt hier Harvey auf:

1. Wenn die Erweiterung und auch die Kontraktion des linken Ventrikels und der Arterien gleichzeitig ablaufen, kann nicht von einem Hohlorgan Blut in das andere übertreten.
2. Gedeht werden ist ein passiver Vorgang, der nicht aktiv eine Substanz anziehen kann. Eine Ausnahme ist der Schwamm, der zuvor ausgepresst wurde.

13,32-14,2: *sed arterias distendi [...] demonstrasse existimo*: die Arterien dehnen sich passiv durch das vom Herzen kommende Blut wie Schläuche, die man füllt und nicht wie Blasebalge, die durch aktive Dehnung Luft aufnehmen. Das Beispiel stammt von Galen, der es aber konträr interpretiert: die Arterien dehnen sich aktiv und ziehen Blut an: *An in Arteriis Sanguis contineatur* K IV 731: *utres et sacculi, si replentur, extenduntur, fabriles autem folles ideo replentur, quia extenduntur* (Schläuche und Säcke werden gedehnt, wenn sie gefüllt werden. Blasbälge der Schmiede füllen sich, weil sie sich dehnen). *De Placitis Hippocratis et Platonis* K V 562,9: *etenim singulae arteriae non quasi uter, qui inflatur, a corde spiritum exprimente replentur* (denn die einzelnen Arterien werden nicht wie ein Schlauch, der aufgeblasen wird, vom Herz gefüllt, das den *spiritus* auspresst).

14,2-18: *attamen [...] ut utres*: Harvey führt noch einmal das galensche Experiment an (siehe die genaue Beschreibung oben) und geht neuerlich auf die falsche Vorstellung Galens ein, die Arterienwände hätten ein pulsatile Vermögen wie das Herz selbst und würden so das Blut anziehen, wie sein Experiment zu beweisen schien.

14,18-25: *sed & in arteriotomia, & in vulneribus [...] iactata sunt*: der kräftige pulsatile Auswurf des Blutes bei der Eröffnung einer Arterie, der immer in der Diastole der Arterie, d.h. bei ihrer Dehnung erfolgt, spricht deutlich gegen die Ansicht Galens. Es folgt daher: der Impuls des Blutes selbst bewirkt das Phänomen des Pulses.

14,25-15,2: *nec crassities tunicarum [...] Riolanus libro 7. attestatur*: Galen hatte angenommen, die Arterien hätten ein aktives pulsatile Vermögen, welches vom Herzen seinen Ausgang nimmt: *De Usu Pulsuum* K V 168,14: *atque hoc quidem et saepe et passim tum a nobis ipsis, tum eorum qui nos praecesserunt plurimis ante est demonstratum, arterias ita, ut cor, se ipsas movere, vicissim se attollentes summittentesque, idque eadem qua ipsum vi, quam scilicet a corde ortam per tunicas earum transmitti diximus* (und in Tat wurde dies von uns und von den meisten unserer Vorgänger zuvor gezeigt, dass die Arterien wie das Herz sich selbst bewegen. Sie dehnen sich und ziehen sich abwechselnd mit derselben Kraft zusammen, wie es (sc. das Herz), und wir haben gesagt, dass die Kraft ihren Ursprung vom Herzen nimmt und über die Schichten der Arterien weitergeleitet wird).

Kleine Arterien sind von den Venen makroskopisch nicht zu unterscheiden.

Aneurysma: abnormale Erweiterung eines Blutgefäßes unterschiedlicher Form und Ursache.

Natürlich pulsiert ein Aneurysma, da ja die Bewegung des Blutes die Ursache dafür ist.

Die Stelle bei Riolan konnte ich wegen des ungenauen Zitates nicht finden. Es lässt sich auch nicht sagen, ob es sich um Jean Riolan den Jüngeren (1577/1580? – 1657) oder den Älteren (1538 – 1605), den Vater des ersteren, handelt. Beide hatten die Professur für Anatomie an der Medizinischen Fakultät der Universität Paris inne.¹²¹

15,2-11: *Neque eundem usum [...] vero tardiores*: weitgehend richtige Beschreibung der physiologischen Veränderungen des Pulses und der Atmung. Galen beschreibt diese Phänomene unter anderem im 7. Buch von *De Usu Pulsuum* (K V 172ff.). An welches Experiment Galens Harvey denkt, ist nicht klar.

¹²¹ Quelle: Katalog der deutschen Nationalbibliothek.

Dass bei psychischen Alterationen und im Fieber die Atemexkursionen langsam seien, ist eine falsche Aussage.

15,11-16,15: *Haec & huiusmodi incommoda [...] cordi adiungere necesse habeat:*

Nachdem Harvey eher unsystematisch und teilweise redundant (wiederholte Erwähnung des galenschen Experimentes und der Widersprüche des Konzeptes der Hautatmung) die Probleme der galenschen Physiologie aufgezeigt hat, reißt er noch kurz die Problematik der Funktion des rechten Herzens und der Herzklappen an und erwähnt die falsche Annahme Galens, das Blut des rechten Ventrikels diene nur der Ernährung der Lungen, um dann die sich ergebenden Widersprüche taxativ in fünf Punkten vorzubringen:

1. Aus einer gleichen Struktur (*constitutio*) und Aktion (*actio / ἐνέργεια*) der Ventrikel wäre auf eine gleiche Funktion (*usus*) zu schließen.

Erstmals geht Harvey auf die Funktion der Herzklappen ein, welche die Richtung des Blutstromes festlegen: die Tricuspidalklappe hindert den Blutrückstrom vom rechten Ventrikel in die Hohlvene, die Mitralklappen vom linken in die Lungenvenen (zur Zeit Harveys *arteria venalis* bezeichnet; siehe Einleitung). Die Pulmonalklappen hindern den Rückfluss aus der Lungenschlagader (*vena arteriosa*) in den rechten Ventrikel, die Aortenklappen den aus der Aorta in den linken Ventrikel. Die galensche Physiologie hat aber einen Rückfluss aus der Aorta in den linken Ventrikel und von da in die *arteria venalis* gefordert, damit Verbrennungsrückstände (16,19 *fuligines*) über die Lungen ausgeschieden werden und der im linken Ventrikel gebildete *spiritus vitalis* dorthin gelangen kann (z.B. *De Usu Pulsuum* K V 166: *a corde vero accipiunt quidem plus, sed reddunt minus. causae sunt membranarum epiphyses* (vom Herzen nehmen sie (sc. die Arterien) aber mehr und geben weniger zurück. Der Grund sind die Herzklappen).¹²²

2. Der gleiche Aufbau der Klappen im rechten und linken Herzen fordert eine gleiche Funktion.

¹²² Eine ausführliche Beschreibung der Klappen und ihrer Funktion gibt Galen im 6. Buch von *De Hippocratis et Platonis Placitis* K V 548f. und im 1. Buch von *De Alimentorum Facultatibus* K III 453ff.

3. Die *vena arteriosa* und die *arteria venalis* haben eine vergleichbare Größe und enthalten gleich viel Blut. Es ist deshalb eine unterschiedliche Funktion (*usus*) nicht zu erwarten.
4. Wenn das Blut des rechten Ventrikels nur für die Ernährung der Lungen Verwendung findet, warum wird für dieses Organ dieselbe Menge bzw. mehr Blut verwendet, als für beide Beine? Schon Realdo Colombo hatte auf die Diskrepanz hingewiesen.¹²³
5. Die topographische Nähe der Lunge und die Verbindung über die *arteria venalis* sollte einen Blutfluss über den rechten Ventrikel und die *vena arteriosa* zur Ernährung der Lungen überflüssig machen.

15,17: *piscibus deesse dextrum ventriculum*: die Fische besitzen tatsächlich nur einen Vorhof und einen Ventrikel.

16,16-16,30: *cum dicunt sinistrum ventriculum [...] & impedimento esse voluerunt*: genaue Besprechung der Ungereimtheiten der Flussrichtung des *spiritus vitalis* und der Verbrennungsrückstände (16,19 *fuligines*) im linken Herzen und den Arterien (siehe auch oben). Die Flussrichtung ist durch die Klappen bestimmt, ein Rückfluss des *spiritus vitalis* und der *fuligines* aus dem linken Ventrikel oder gar der Aorta ist nicht möglich. Eine Trennung der aus der Lunge zur Produktion des *spiritus vitalis* notwendigen Luft und der in entgegengesetzter Richtung strömenden *fuligines* ist zudem schwer vorstellbar. Der *spiritus vitalis* wird aus Blut und Luft gebildet, wobei letztere aus dem rechten Herzen über die Herzscheidewand in den linken Ventrikel gelangen sollte.¹²⁴

¹²³ Columbus, R., *De Re Anatomica Libri XV*, Venedig 1559,178: *haec ad pulmonem incedit, ut ad illum sanguinem ferat, quo nutriatur, quemque pro corde alteret. Vena arteriosa haec, quam diximus, magna est satis; immo vero multo maior quam necesse fuerit: si sanguis ad pulmones supra cor exiguo intervallo deferendus duntaxat erat* (diese tritt in die Lunge ein, damit sie ihr das Blut bringt, womit sie ernährt wird und welches sie für das Herz verändert. Diese *vena arteriosa* ist, wie wir sagten, ausreichend groß, ja, viel größer als notwendig wäre, wenn das Blut in kurzen Intervallen nur zu den Lungen über dem Herzen gebracht würde).

¹²⁴ Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1543,598,15: *quemadmodum enim dexter ex cava sanguinem trahit, ita quoque sinister aerem ex pulmone in arteriam venalem attractum, ad se dilatato corde allicit, illoque ad caloris innati refrigerationem & substantiae ipsius enutritionem, spiritumque vitalem utitur, hunc aerem excoquens & praeparans, ut is una cum sanguine qui ex dextro ventriculo in sinistrum per ventriculorum septum copiosius resudavit, in magnam arteriam, totumque adeo corpus delegari possit* (so wie der rechte aus der Hohlvene das Blut anzieht, so zieht auch der linke (sc. Ventrikel) die aus der Lunge in die *arteria venalis* angezogene Luft durch eine Dehnung des Herzens an. Er verwendet sie zur Kühlung der eingeborenen Wärme und zur Ernährung ihrer Substanz und für den *spiritus vitalis*, indem er diese Luft verkocht und aufbereitet, damit dieser gemeinsam mit dem Blut, welches in reichlichem Maße aus dem rechten Ventrikel über die Scheidewand der Ventrikel ausschwitzt, in die große Arterie und so bis in den ganzen Körper verteilt werden kann).

16,22: *tricuspides mitrales*: die Mitralklappen bestehen aus zwei Segeln, deren jedes eine dreieckige Form besitzt. Es ist zu beachten, dass in der modernen Nomenklatur nur die im rechten Ventrikel lokalisierte und aus drei Segeln aufgebaute Klappe als Tricuspidalis (Sing.!) bezeichnet wird.

16,30: *deus bone*: Die Sprache wechselt durch wiederholte, in immer kürzeren Abständen eingefügte Äußerungen der Entrüstung nun allmählich von einem eher fachlich-nüchternen Stil in den einer Invektive und Anklage (16,30 *deus bone!*, 18,1 *sed amabo*, 18,13 *me hercule*, 18,23 *quaeso*, 18,26 *mirum mihi certe est*).

17,1-9: *Amplius [...] distribui*: wohl rhetorisch motivierte Wiederholung der bereits oben (15,11f.) vorgebrachten Argumente.

17,13-19: ebenfalls eine Wiederholung. Der *spiritus vitalis* und die *fuligines* verlangen unterschiedliche Gebilde für ihren Transport. Für die gasförmigen *fuligines* sind Röhren in Analogie zu den Atemwegen (Bronchien) zu erwarten. Bei der Sektion findet man in der *arteria venalis* keine gasförmigen Substanzen, sondern nur Blut.

17,20-18,2: *si quis experimentum (...) constitutio est venae*: das hier beschriebene und Galen zugeschriebene Experiment konnte ich im *Corpus Galenicum* nicht nachweisen. Die Überlegung ist jedenfalls folgende: presst man Luft gewaltsam mit einem Blasbalg in die Luftröhre, müsste, falls die physiologischen Vorstellungen der Vorgänger richtig sind, besonders viel Luft in der *arteria venalis* und im linken Ventrikel zu finden sein. Das ist aber nicht der Fall.

Hieronimus Fabricius ab Aquapendente (siehe oben 10,16). Die erwähnte Stelle findet sich in *Fabricius, H., de respiratione et eius instrumentis*, Padua 1615, 108,7: *fuert omnino probabile propter reliquum vas pulmonum constructionem potissimum extitisse opinari, nimirum propter arteriam venalem quae a pulmonibus aerem rapit & ad cor deducit, eodem*

Vesalius, A., De Humani Corporis Fabrica Libri Septem, Venedig 1543, 598,22: *caeterum si quae fuliginosa recrementa ex hac aeris in sinistrum ventriculum dilatato corde contracti emutatione, ipsoque innato calore producantur, ea rursus per arteriam venalem constricto corde in pulmonem excerni arbitramur* (übrigens glauben wir, dass, wenn durch die eingeborene Wärme selbst gasförmig Schlacken produziert werden, bedingt durch eine Veränderung der durch die Dehnung des Herzens herbeigeführten Luft, diese wieder über die *arteria venalis* durch die Kontraktion des Herzens in die Lungen ausgeschieden wird).

scilicet per ipsam a corde attracto, ita tamen arteriae venalis gratia pulmones extitere, ut usus sit, quo aer in cor pervenire commode possit (man könnte sehr wahrscheinlich annehmen, dass wegen des noch nicht genannten Gefäßes die Lungen entstanden sind. Natürlich wegen der *arteria venalis*, welche von den Lungen die Luft fasst und zum Herzen leitet. Offenbar wird die Luft vom Herzen über diese angezogen. So sind die Lungen wegen der *arteria venalis* entstanden, sodass eine Funktion besteht, durch welche die Luft leicht in das Herz gelangen kann).

Die nüchterne, eigentlich respektlose Nennung seines Lehrers in Padua¹²⁵ in Verbindung mit einem Ausdruck der Indignation (18,1 *sed amabo*) überrascht auf den ersten Blick,¹²⁶ passt allerdings zum Gesamtbild des Umgangs Harveys mit seinen Lehrern und Kollegen: trotz vordergründiger Höflichkeit schimmern immer auch ein gewisser Sarkasmus und eine gewisse Geringschätzung der Vorstellung der Alten durch, von der nur Aristoteles ausgenommen ist.

18,3-7: *fistulis potius [...] dum respiramus*: Beschreibung des anatomischen Baues der luftführenden Bronchien. Die knorpelige Textur verhindert den Kollaps der Röhren. Mit 18,7 *sibilo, & strepitu oborto dum respiramus* beschreibt Harvey die durch Schleimansammlung verursachten Symptome einer Bronchitis mit den charakteristischen Atemgeräuschen.

18,8-14: *minus tolleranda [...] neque demonstrari possunt*: Diskussion über den angeblichen Blutfluss über die Herzscheidewand vom rechten in den linken Ventrikel, welcher zur Produktion des *spiritus vitalis* notwendig sei. Wie schon in der Einleitung hingewiesen, hatte bereits Vesalius in der zweiten Auflage seiner *fabrica* diese Annahme in Frage gestellt.

18,13: *me hercule*: in etwa „zum Teufel.“ Wohl nur rhetorisch gerechtfertigter Ausdruck der Entrüstung.

18,15-19,4: *septi enim cordis [...] nulloque negotio transfundat*: ausführliche Diskussion der Problematik und der Widersprüche eines Blutflusses über die Herzscheidewand (siehe Einleitung).

¹²⁵ Fabricius hatte den Lehrstuhl für Anatomie in Padua nach Andreas Vesalius und Gabriele Fallopius inne und war in den Jahren 1600-1602 Lehrer Harveys.

¹²⁶ Harvey, W., *Anatomical Studies on the Motion of the Heart and Blood*, ed. and transl. C. D. Leake, Springfield 1928, 20.

18,32: *si in foetu*: im Fötus fließt das Blut über eine Verbindung (*foramen ovale*) vom rechten zum linken Herzen.

Häufung der Ausdrücke der rhetorischen Entrüstung mit (18,23) *cur quaeso* und (18,26) *mirum mihi certe est* in zwei aufeinander folgenden Sätzen.

18,31: *arteriae coronalis ramulis*: die Kranzarterien ernähren tatsächlich die Herzmuskulatur.

19,5-9: *Andreas Laurentius* [...] *expelli recenset*: Andreas Laurentius hat sich in den *Quaestiones 12* der Frage gewidmet, ob über das linke Herz und die Arterien das Eiter von Entzündungen ausgeschieden werden kann.¹²⁷

Galen *De Locis Affectis liber 6, capitulum 7*: falsches Zitat, es handelt sich um das 4. Kapitel des 6. Buches, K VIII 412: (*nonnulli ignorant*) *quod abscessu interdum in pulmone orto pus expurgari per renes possit. Nos vero pulmonis vomitam per urinam, thoracis autem per intestina et alvum expurgari vidimus* (manche leugnen, dass von einem bisweilen in den Lungen entstandenen Abszess das Eiter über die Nieren ausgeschieden werden kann. Wir haben aber eine Ausscheidung der Lunge über den Harn, des Brustkorbes aber über die Eingeweide und den Darm gesehen).

Hollerus, Blaise, floruit 16.Jht. war ein deutscher Arzt,¹²⁸ er schrieb unter anderem die 1556 in Basel erschienene *Morborum Curandorum, ex Galeni praecipue Sententia, brevis Institutio, utilis Medicis et Chirurgis*.¹²⁹

19,9-20: *quin etiam in confirmationem* [...] *affirmare non potuit, aut noluit*: aus heutiger Sicht nicht nachvollziehbarer Krankheitsverlauf.¹³⁰ Es handelte sich wohl um eine Sepsis mit Abszedierungen in verschiedenen Organen. Auf jeden Fall hat Harvey recht. Eiter wird nicht vom Herzen über die Arterien und die Nieren ausgeschieden.

19,21-28: *itaque ex his* [...] & *investigare*: Abschließende Feststellung, dass wegen der geschilderten Ungereimtheiten der bestehenden Vorstellungen es sinnvoll sein könnte, neue, ein wenig genauere (*paulo penitius*) Untersuchungen anzustellen, eine Bemerkung, die die Qualität der medizinischen Forschung vor Harvey, die sich intensiv mit diesen Fragen

¹²⁷ Laurentius, A., *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600, 485f.: *an per sinistrum cordis ventriculum & arterias, empyricorum pus expurgari queat: & quomodo per urinas, alvum & abscessus expurgaretur*.

¹²⁸ Dictionnaire universel, historique, critique et bibliographique, Tome VII, Basel 1556.

¹²⁹ Ich konnte das Buch nicht einsehen.

¹³⁰ Den Krankheitsverlauf hat Hollerus beschrieben, dessen Werk mir aber nicht zugänglich ist.

auseinandergesetzt hat, diskreditiert. Am Ende seiner Dedikation an John Argent hat Harvey betont, gerade dies nicht tun zu wollen.

19,26: *vivorum dissectione*: Die Vivisektion als anerkannte wissenschaftliche Methode in der Anatomie konnte auf eine lange bis in die Antike zurückreichende Tradition verweisen. In England galt Harvey als ein Pionier dieser Methode, die er exzellent beherrschte (the anatomist, who „arrived to a great proficiency in Cat and Dog cutting“).¹³¹ Nach dem Zeugnis des Celsus – er wirkte zur Zeit des Kaisers Tiberius in Rom – wurde im vierten vorchristlichen Jahrhundert in Alexandria die Vivisektion auch an Menschen durchgeführt (*De Medicina, prooemium* 23f:¹³² *ergo necessarium esse incidere corpora mortuorum, eorumque viscera atque intestina scrutari; longe optime fecisse Herophilum et Erasistratum, qui nocentes homines a regibus ex carcere acceptos vivos inciderint, considerarintque etiamnum spiritu remanente ea, quae natura ante clausisset* (es war also notwendig, die Körper von Verstorbenen, ihre Eingeweide und inneren Organe zu betrachten. Herophilus und Erasistratus hätten dies am besten gemacht. Sie haben Verbrecher, die sie von den Königen aus dem Gefängnis bekommen haben, lebendig seziiert und betrachteten, solange noch der Lebensgeist vorhanden war, das, was die Natur zuvor verborgen hatte).

Galen und alle bedeutenden Anatomen der Renaissance und Frühen Neuzeit haben die Vivisektion durchgeführt, sie wurde als notwendige und nützliche, wie auch ethisch und religiös gerechtfertigte Methode angesehen und nur vom jüngeren Jean Riolan (1580 – 1657), dem Professor für Anatomie in Paris, abgelehnt.¹³³ Realdus Columbus hat ein ganzes Kapitel seiner *De re anatomica libri XV* der Vivisektion gewidmet.¹³⁴ Er betont darin, dass für diesen Zweck junge Hunde besonders gut geeignet seien. Ganz junge Hunde (*catelli*) soll man nicht verwenden, da diese lauter als alte schreien würden. Auch sollen die Tiere einen langen Hals besitzen (*De Re Anatomica libri XV, 256,40.: canem igitur deligito, seu marem illum, seu foeminam mavis, iuvenem: catelli namque, dum secantur, vociferantur magis, quam senes. oblonga etiam sit cervice*). Auch seien Schweine nicht geeignet, da sie so fett sind und sehr laut schreien (*De Re Anatomica libri XV, 257,3: canem propono vivum secandum potius, quam suem, quod pro reversivorum nervorum usu dignoscendo sues minus accomodi sunt, tum ob pinguedinem exuberantem, tam ob eorum ingratum nimis auribus clamorem et grunitum, quod ego Cremonae expertus sum*). Er empfiehlt auch, das Tier so zu fixieren, dass

¹³¹ Zitiert nach Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 127.

¹³² Celsus, *De Medicina I*, ed. W. G. Spencer, London 1971, 14.

¹³³ Wright, T., *Circulation. William Harvey's Revolutionary Idea*, London 2012, 121-131.

¹³⁴ Columbus, R., *De Re Anatomica Libri XV*, Venedig 1559, 256-261.

es wohl schreien, aber dabei nicht beißen könne (*De Re Anatomica libri XV, 257,19: caput item eo modo deligandum est, ut canis quidem vociferari possit, at non mordeat*).

Kapitel 1

In diesem Kapitel gibt Harvey noch einmal in Form einer Apologie – er nimmt das schon in der Dedikation an John Argent verwendete Argument, er sei zur Abfassung gedrängt worden, neuerlich auf – eine Begründung für die schriftliche Abfassung seiner Entdeckungen, die er zuvor schon seinen Freunden und Kollegen sowie in anatomischen Vorlesungen präsentiert habe. Zuvor betont er die Schwierigkeit seines Unterfangens, aus der Vivisektion Erkenntnisse gewinnen zu wollen, da die Herzaktionen sehr schnell ablaufen und sich daher der Beobachtung entziehen. Noch vor der Publikation wurde die neue Lehre unterschiedlich aufgenommen, die Veröffentlichung soll eine Auseinandersetzung mit den Entdeckungen durch die wissenschaftliche community erleichtern und Unklarheiten beseitigen helfen. Eine Publikation sei auch deshalb sinnvoll, da sein Lehrer Fabricius das Herz nicht untersucht habe. Harvey spricht die Hoffnung aus, etwas Brauchbares für die scientific community (*respublica literaria*) geschaffen zu haben. Mit einem Bescheidenheitstopos endet das 1. Kapitel. Insgesamt hat dieses Kapitel somit den Charakter eines zweiten Proömiums.

20,9: *vivorum dissectionibus*: Vivisektion von Tieren (siehe oben)

20,11: *usum, & utilitas*: zur Problematik der Übersetzung der Begriffe *usus* (Funktion) und *utilitas* (Nutzen) siehe oben Seite 298.

20,12: *per autopsiam, & non per libros*: Hauptkritikpunkt Harveys an seinen zeitgenössischen Gegnern war deren Beharren auf den alten, weitgehend auf Galen zurückgeführten Ansichten. Die Lehrbücher der Zeit zeichneten sich durch häufige Zitate aus Galen und Aristoteles und weniger bis gar nicht durch Experimente aus. Ein typisches Beispiel sind die Bücher der beiden wichtigsten Gegner Harveys, Hofmanns und Riols.¹³⁵ Aber auch das von Harveys Lehrer verfasste Werk über die Atmung (*De Respiratione et eius Instrumentis*, Padua 1615) argumentiert ausschließlich durch Bezugnahme auf Hippokrates, Aristoteles und Galen. Indem Harvey das Experiment als zentrale Methode zur Auffindung der Wahrheit definiert, ist er der neuen Wissenschaftlichkeit eines Francis Bacon verpflichtet.

¹³⁵ Siehe meinen Aufsatz: William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* im Diskussionsfeld der zeitgenössischen Kritik, in: Acta Conventus Neolatini Vindobonensis. Proceedings of the 16th International Congress of Neolatin Studies, Leiden 2018, 615-628.

20,13-16: *rem arduam [...] pene opinarer*: typische literarische Topik: Schon Augustinus betonte am Anfang seines *opus magnum* die Schwierigkeit seines Unterfangens, die *civitas dei* beschreiben zu wollen als *magnum opus et arduum*.¹³⁶ Die Aussage, die Kenntnis der Bewegung des Herzens sei vielleicht nur einem Gott zugänglich, zeugt doch von einem gesunden Selbstbewusstsein unseres Autors und konterkariert den Bescheidenheitstopos.

20,14: *ut cum Fracastorio*: Hieronymus Fracastorius (1478 – 1553) war Arzt in Verona und unter anderem Verfasser eines berühmten Gedichtes, das der Syphilis ihren Namen gab.¹³⁷ Harvey zitiert nicht direkt, sondern aus der auch sonst wiederholt von ihm herangezogenen *historia anatomica humani corporis* des Andreas Laurentius (*liber IX, quaestio VII* 472,5: *sed perennis illius motus natura & caussa tot tantisque difficultatum involucris est implicata, ut soli Deo & Naturae cognitam existimarit doctissimus Fracastorius* (die Natur und die Ursache seiner (sc. des Herzens) nie versiegenden Bewegung ist mit so vielen und so großen Hüllen von Schwierigkeiten verknüpft, dass der hochgelehrte Fracastorius annahm, sie seien nur einem Gott und der Natur kenntlich).

20,16-24: *nec enim quomodo [...] scripsisse non mirarbar*: Die einzelnen Phasen des Herzzyklus (Systole=Kontraktion und Diastole=Dilatation) lassen sich wegen deren schneller Abfolge (*propter celeritatem*) nicht leicht unterscheiden.

20,23-24: *qualis Euripi fluxus*: Der Euripus ist der enge Meeresarm zwischen Euböa und Böotien im Bereich von Chalkis. Er ist berühmt wegen seiner starken, durch Flut und Ebbe in ihrer Richtung wechselnden Strömungen. Das Wort wurde deshalb auch zur Charakterisierung unsteter Menschen und allgemein unstabiler Verhältnisse verwendet.¹³⁸ Aristoteles nennt ihn in seiner Akustik, wenn er die Tonentstehung bei einer Flöte beschreibt und auf die Unmöglichkeit hinweist, sie zu lokalisieren (*De Audibilibus* 800b26: *καθάπερ καὶ τὰ ρεύματα φερόμενα διὰ τῶν εὐρίπων* (wie die Strömungen, die sich durch den Euripus bewegen).¹³⁹

Harvey zitiert hier wohl auch aus den *quaestiones VII* der *Historia Anatomica Humani Corporis* des Laurentius (472,6: *ego motus huius naturam non minus admiratione dignam puto, quam Euripi angusti in Euboea freti septies interdiu noctuque stato tempore reflui,*

¹³⁶ Augustinus, A., *De Civitate Dei contra Paganos Libri XXII*, ed. B. Dombart & A. Kalb, Stuttgart 1993, 3.

¹³⁷ Fracastorius, H., *Syphilidis, sive Morbi Gallici, libri tres, ad Petrum Bembum*, Basel 1530.

¹³⁸ Der Neue Pauli, Band 4, Stuttgart 2003/2012, 289.

¹³⁹ Aristoteles, *Opera Omnia II*, ed. I. Bekker, Berlin 1831.

cuius causam dum in Chalcide exsularet Aristoteles, cum reddere non potuisset, moerore contabuit, & mortuus fertur (ich halte die Natur seiner (sc. des Herzens) Bewegung für nicht weniger bewundernswert, als die siebenmal am Tag und in der Nacht zu einem bestimmten Zeitpunkt zurückfließende Meeresströmung des engen Euripus in Euböia. Man sagt, dass Aristoteles, als er während seiner Verbannung in Chalkis die Frage ihrer Natur nicht beantworten konnte, aus Gram erkrankte und verstarb).

Der Vergleich der Komplexität eines physiologischen Problems mit der Meeresströmung im Euripus lässt sich bis auf die nicht genau datierbare Schrift *περὶ φύσιος κόσμου καὶ ψυχᾶς* (*de natura mundi et animae*) eines Timaeus Locrus zurückführen, der den Atemfluss mit dem wechselnden Fluss in dieser Meerenge verglichen hat: 102a: ῥεῖ γὰρ διὰ τῷ σώματος ἔξω θύραζε τὸ πνεῦμα, ἀντεπισάγεται δὲ διὰ τᾶς ἀναπνοᾶς τῷ τε στόματι καὶ ταῖς ῥίσιν, εἶτα πάλιν οἷον Εὐριπος ἀνεπιφέρεται εἰς τὸ σῶμα¹⁴⁰ (es fließt das Pneuma nämlich durch den Körper nach außen, durch die Atmung wird es wieder dem Mund und den Nasen und schließlich, wie beim Euripos, wieder in den Körper eingebracht).

Für den Blutfluss im Herzen und der Lunge verwendet das Bild nachweislich erstmals Galen *De Usu Partium VI*, wenn er die fiktiven Folgen fehlender Herzklappen für die durch die Lunge beeinflusste Bewegung des Blutes im rechten Herzen beschreibt: K III 454,1: *quam rem triplex sequitur incommodum: ut sanguis frustra longum hoc curriculum subinde emetiatur, in diastolis quidem pulmonis affluens et, quae in ipso sunt, venas omnes resarciens, in systolis vero quasi aestus quidam maritimus, instar euripi, motum identidem huc atque illuc reciprocans* (dieser Sache folgt eine dreifache Schwierigkeit: sodass das Blut vergebens diesen langen Weg durchmisst. Während der Dehnung der Lunge fließt es nämlich zu und füllt die Venen, die in ihr sind, wieder auf. In der Systole aber wiederholt es sozusagen wie eine gewisse Meeresströmung, gleich wie der Euripus, die Bewegung immer wieder dorthin und hierhin). Der Vergleich wird schließlich von Vesalius in seiner *Fabrica* zur Begründung der Herzklappen herangezogen, die einen sinnlosen Blutrückfluss verhindern und die Strömungsrichtung eindeutig festlegen: *De Humani Corporis Fabrica*, Basel 1555, 744,16: *caeterum ne irrita cordis, dum dilatatur, in dexterum ventriculum sanguinis ex cava vena fit attractio, eodem scilicet rursus, dum cor comprimeretur, per idem orificium Euripi ritu propulso, tres membranulas cavae venae orificio Natura proposuit* (im Übrigen, damit nicht ein ergebnisloses Ansaugen des Blutes aus der Hohlvene in den rechten Ventrikel des Herzens bei der Dehnung auftritt und dasselbe nicht auch wieder durch die gleiche Öffnung

¹⁴⁰ Timaeus Locrus, *De Natura Mundi et Animae*, ed. W. Marg, Leiden 1972, 142.

nach der Art des Euripus ausgepresst wird, wenn sich das Herz kontrahiert, hat die Natur der Öffnung der Hohlvenen drei kleine Membranen vorgesetzt).

Harvey wird diese Problematik im 7. Kapitel (p. 37,27f.) diskutieren und die Stelle aus Galen ausführlich zitieren.

20,25-21,7: *tandem maiori indies [...] non verebar*: Harvey gibt eine Beschreibung seiner Methode, aus der Beobachtung in vielen Experimenten seine Ergebnisse abzuleiten. Dieses induktive Verfahren ist es, welches Bacon als Methode für die neue Wissenschaft vorschlägt (*Novum Organon* 117a: *verum via nostra est et ratio (ut saepe perspicue diximus et adhuc dicere iuvat) ea est; ut non opera ex operibus sive experimenta ex experimentis (ut empirici), sed ex operibus et experimentis causas et axiomata, atque ex causis et axiomatibus rursus nova opera et experimenta (ut legitimi Naturae Interpretes), extrahamus*).¹⁴¹

20,1: *varia animalia viva*: Harvey hat seine systematischen Untersuchungen an lebenden Tieren unterschiedlicher Spezies durchgeführt. Kaltblütige Tiere eigneten sich besonders gut, da die Herzaktionen, wie Harvey selbst sagt, wesentlich langsamer ablaufen (siehe unten). Erkenntnisse aus Tierexperimenten auf den Menschen umzusetzen, ist natürlich problematisch und wurde von seinen Gegnern kritisiert und auch belächelt. Z. B.: Jean Riolan in seinem *Encheiridum Anatomicum et Pathologicum*, Paris 1648, 507: *at proinde ex brutorum inspectione, demonstrare velle Circulationem Sanguinis in homine, qualis ab Harveo & Slegelio, ridiculum est* (und ebenso lächerlich ist es, aus der Untersuchung von Tieren die Kreisbewegung des Blutes im Menschen beweisen zu wollen, wie dies von Harvey und Slegelius gemacht wurde).

21,4: *ex quo non solum*: Harvey hat seine Entdeckung vor der schriftlichen Niederlegung seinen Freunden und Kollegen und auch in öffentlichen anatomischen Vorlesungen (*publice in praelectionibus meis anatomicis*) vorgestellt. Die Praxis der öffentlichen Sektionen hat Harvey von seinem Lehrer Fabricius in Padua übernommen.¹⁴²

21,7-15: *quae cum aliis [...] coactus fui*: als Begründung für die Publikation führt Harvey an, die Ergebnisse seiner Forschungen seien unterschiedlich aufgenommen, teilweise auch völlig abgelehnt worden (*hi convellere, calumniari, et vitio vertere*). Zudem sei er von seinen

¹⁴¹ Bacon, F., *Novum Organum I*, hrsg. W. Krohn, Hamburg 1999, 117a.

¹⁴² Wright, T., *Circulation. William Harvey's revolutionary idea*, London 2012, 61f.

Freunden und Kollegen aufgefordert worden, die Ergebnisse zu publizieren, so könnten sie auch von seinen Gegnern besser verstanden werden. Er wiederholt somit die bereits in der Dedikation an John Argent aufgeführten präfationstypischen Argumente.

21,15-17: *sed & eo libentius [...] cor intactum reliquit*: auf welche Schrift Fabricius` Harvey hier anspielt, konnte nicht geklärt werden.

21,17-20: *denique ut si [...] me vixisse viderent*: Harvey ist von der Bedeutung seiner Entdeckungen überzeugt, er hofft, sein Werk werde gleich einem horazischen *monumentum aere perennius*¹⁴³ in die Welt der Literatur (*reipublicae literariae*) aufgenommen werden.

21,20-25: & *quod senex [...] eveniat nunc: numquam quisquam*: Zitat aus den *Adelphoe* (855 – 858) des Terenz. Harvey zitiert einen Text, der nur geringe Abweichungen von modernen Textausgaben aufweist (die Abweichungen in der Oxford-Ausgabe sind fett markiert):

Text der Oxford-Ausgabe ¹⁴⁴	Harveys Version
<i>numquam ita quisquam bene subducta ratione ad vitam fuit quin res aetas usus semper aliquid adportet novi, aliquid moneat: ut illa quae te scisse credas nescias, et quae tibi putaris prima, in experiundo ut repudies</i>	<i>nunquam quisquam ita bene subducta ratione ad vitam fuit, quin res, aetas, usus aliquid apportet novi, aliquid admoneat, ut illa quae te scire credas, nescias, et quae tibi putaris prima in experiundo repudiens,</i>

21,25: *illud forsan*: der Autor bringt seine Hoffnung zum Ausdruck, dass sich, so wie die Ansichten und Meinungen im Laufe der Zeit und der Änderung der Umstände sich wandeln, auch die Meinung der *scientific community* zu seiner Lehre vom Kreislauf verändern wird.

21,25-27: *aut alii [...] occasionem capient*: mit der Feststellung, andere, die mit besserem Talent ausgezeichnet sind, könnten nach seinen Vorarbeiten Besseres leisten, endet das 1. Kapitel mit einem eigentlich für eine Präfation charakteristischen Bescheidenheitstopos.

Kapitel 2

Die folgenden Kapitel 2 - 13 sind den in Experimenten gewonnenen Erkenntnissen Harveys gewidmet und zeigen im Vergleich zu seinen Vorgängern eindrücklich die neue Methode in

¹⁴³ Horatius, *Opera*, ed. D. R. Shackleton Bailey, Leipzig 2001⁴, Oden 3,30,1.

¹⁴⁴ Terence, *Comoediae*, ed. R. Kauer & W. M. Lindsay, Oxford 1961.

der Wissenschaft. Es geht nun nicht mehr darum, zu versuchen, die Auffassungen der Alten zu bestätigen, sondern aus den Versuchen neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Das 2. Kapitel beschreibt die Bewegung des Herzens, wie sie sich beim lebenden Tier darstellt. Auf Grund der dort geringeren Geschwindigkeit der Bewegungsabläufe hat Harvey auch kaltblütige und wechselblütige Tiere wie Fische, Krebse und Schlangen untersucht. In diesem Abschnitt (23,17) widerlegt Harvey die Anschauungen zum Ablauf der Systole und Diastole des Herzens, wie sie der göttliche Vesalius in seinen *Fabrica* beschrieben hat.

21,29-33: *ex vivorum dissectione [...] in quo motu destituitur:* zwischen den beiden zentralen Bewegungsabläufen, der Systole und der Diastole, bewegt sich das Herz für eine sehr kurze Zeitspanne nicht. Diese Phasen des Herzzyklus werden in der modernen Nomenklatur als isovolumentrische Kontraktion und Relaxation der Ventrikel bezeichnet.

21,31: *aperto pectore & dissecta capsula:* um das Herz beim lebenden Tier beobachten zu können, muss nach der Eröffnung des Brustkorbs noch der Herzbeutel (Pericard) eröffnet werden. Es handelt sich hier um die einzige Nennung des Herzbeutels in Harveys Schrift.

21,34-22,7: *haec manifestiora [...] inclinatum quasi iacet:* die Beobachtung ist nur bei langsamen Herzaktionen genau möglich, weshalb Harvey Tiere mit langsamem Herzschlag und auch das Herz beim sterbenden Tier untersucht hat.

22,8-24: *in motu, & eo quo movetur [...] saturum cerni:* die drei bemerkenswerten Aspekte (*tria pro caeteris animadvertenda*) die erwähnt werden sind:

1. Das Herz richtet sich in der Systole auf die Herzspitze hin auf, stößt somit an der Thoraxwand an und erzeugt dort einen „Puls“, der als Herzspitzenstoß bezeichnet wird.
2. Es kontrahiert sich in allen seinen Abschnitten und nimmt eine längliche Form an. Diese Feststellung steht im Widerspruch zu den Vorstellungen Vesalius` (siehe unten).
3. Das Herz verhärtet sich in der Systole wie ein Muskel der Extremitäten.

Harvey führt noch zusätzlich als vierten Punkt an, dass das Herz sich bei kaltblütigen Tieren in der Kontraktion abblasst. Er erklärt dieses Phänomen durch die geringere Blutmenge im

Ventrikel in der Systole. In der Diastole, wenn wieder mehr Blut vorhanden ist, nimmt das Herz neuerlich eine rote Farbe an.

22,25-31: *ex his mihi videbatur [...] et similiter Cor:* induktiver Schluss aus den Beobachtungen, dass sich das Herz allseits gleichzeitig kontrahiere, seine Bewegung eine Kontraktion (*motum cordis esse tensionem quandam*) wie bei einem Muskel sei.

22,32-23,4: *ex quibus observationibus [...] contentum sanguinem viderit:* dass sich das Herz in der Systole in allen seinen Abschnitten kontrahiert und nicht ausdehnt, ist eine neue, von der kanonischen Anschauung abweichende Erkenntnis (siehe auch unten).

23,5-8: *simul itaque [...] a constrictione ventriculorum:* Zusammenfassung der Anschauungen Harveys zur Bewegung und zum Puls des Herzens.

23,9-17: *hinc contrarium [...] movetur, vigoratur:* Darstellung der alten Lehre: man dachte, der Herzspitzenstoß sei durch die Füllung und damit Ausdehnung des Herzens in der Diastole verbunden. Harvey hat somit die überkommene Lehrmeinung verkehrt, was Diastole war, wird nun Systole (23,13: *diastole [...] re vera systole est*). Die Systole ist die für das Herz typische Bewegung (23,14: *motus proprius cordis*).

23,17-30: *neque omnino admittendum [...] musculorum ventribus incrassantur:* Darstellung und Widerlegung des von Vesalius angestellten Vergleiches des linken Ventrikels mit einem pyramidenförmigen Korbgeflecht aus Binsen. Dieses würde sich an den Seitenwänden erweitern, wenn man seine Spitze durch Zug von innen an die Basis annäherte, da das Volumen des Korbes dadurch größer würde.¹⁴⁵

¹⁴⁵ Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1543, 587, 44: *porro cordis dilatationem, quae mucronis ipsius ad basis centrum est attractio, & omnium laterum cordis distentio, rectae efficiunt fibrae, mucronem versus basim contrahens. Quod sane ita perficitur, ac si vimineo circulo orbiculatim eademque serie complurimas iuncorum scirporumve radices connecteres, & capitibus illorum simul collectis, velut pyramidem quandam efformares, ac demum funiculum ex mucronis medio per circuli centrum dimitteres, quo deorsum tracto pyramis brevior, intusque multo capacior redderetur* (weitere ist die Dehnung des Herzens eine Annäherung der Herzspitze selbst an das Zentrum der Basis und eine Erweiterung aller Seitenwände des Herzens. Das bewirken die gerade verlaufenden Fasern, indem sie die Herzspitze zur Basis ziehen. Das läuft so ab, wie wenn man in einem geflochtenen Kreis in gleicher Anordnung sehr viele Stränge von Binsen rundum verflechten und, nachdem man ihre Enden zusammengefasst hat, sie wie eine Pyramide formen würde. Wenn man endlich einen Faden aus der Mitte der Spitze durch das Zentrum des Kreises zöge, wird durch den Zug nach unten die Pyramide kürzer und das Volumen wird wesentlich größer (gemacht) werden).

23,22: *ductum fibrarum*: der Herzmuskel besitzt drei räumlich verschieden angeordnete Muskelfasern: gerade (*rectae fibrae*), zirkuläre (*circulares fibrae*) und schräg verlaufende (*obliquae/transversae fibrae*), denen vor Harvey unterschiedliche Aufgaben im Herzzyklus zugeschrieben wurden: die geraden Muskelfasern dienen danach der Dilatation des Herzens (siehe oben), die zirkulär und schräg verlaufenden der Kontraktion.¹⁴⁶

23,30-37: *adde, quod [...] maiori robore expellendum*: Beschreibung des komplexen Wechselspiels der verschiedenen Muskelfasern. Die geraden Fasern werden von den zirkulären wie von einer Schlinge umfasst und zusammengezogen, sodass beide Fasertypen der Kontraktion dienen. Der Abschnitt besitzt keinen Hauptsatz; *quod* ist faktisch und eher nicht kausal, es bleibt unübersetzt.

23,33: ***ab Aristotele Nervi dictae*:** PA 666b13: ἔχει δὲ καὶ νεύρων πλῆθος ἢ καρδία, καὶ τοῦτ' εὐλόγως· ἀπὸ ταύτης γὰρ αἱ κινήσεις (das Herz hat aber auch eine Vielzahl an Fasern, was verständlich ist: davon hängt seine Bewegung ab).

24,1-4: *neque verum est [...] quo postea patebit*: die Füllung des Herzens ist in Harveys Kreislaufkonzept ein passiver Vorgang, die Ventrikel werden analog den Arterien durch das zufließende Blut gedehnt. Der Vorgang der Füllung der Ventrikel wird im fünften Kapitel detailliert besprochen (die Füllung erfolgt nach Harvey durch eine Kontraktion der Vorhöfe. Siehe *De Motu Cordis* 26,32; 29,30).

Kapitel 3

Nach der Beschreibung der Herzaktionen berichtet Harvey in diesem Kapitel über die Ergebnisse der Experimente zur Klärung der Genese des Pulses der Arterien. Wie schon im letzten Kapitel wird sich zeigen, dass das klassische Konzept betreffend Systole und Diastole auf den Kopf gestellt werden muss. Die Untersuchungen wurden an lebenden Tieren durchgeführt.

¹⁴⁶ Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica* (s. o. Anm. 145), 587,56: *transversarum autem seu circularium fibrarum actionem ad aliquid referre, est quam facillimum. hae enim cordis contractioni imprimis praesunt, quae mucronis cordis a basi est discessus, & quaedam cordis productio* (dass die Tätigkeit der schrägen und zirkulären Faser zu etwas da ist, ist sehr leicht (sc. verständlich). Sie bewirken vor allem die Kontraktion des Herzens, welche eine Entfernung der Herzspitze von der Basis und eine gewisse Verlängerung (sc. des Herzens) ist).

24,7-20: *ulterius in cordis motu [...] prosilire videbis*: durch Beobachtungen bei der Vivisektion konnte Harvey drei charakteristische Aspekte des arteriellen Pulses erkennen, die er mit den zuvor beschriebenen Herzaktionen in Einklang brachte:

1. Zum Zeitpunkt der Kontraktion, d.h. der Systole, des Ventrikels kommt es zu einer Dehnung, d.h. Diastole, der Arterien. Diese arterielle Diastole wird in der modernen Medizin ebenfalls als Systole bezeichnet, um eine nomenklatorische Unklarheit zu verhindern.
2. Wenn sich das Herz nicht bewegt, ist auch kein Puls nachweisbar, bei geringer Kontraktionskraft des Herzens schwächer.
3. Eröffnet man eine Arterie oder auch die *vena arteriosa* – nach der modernen Nomenklatur die Arteria pulmonalis – quillt das Blut pulssynchron heraus.

Diese physiologisch exakten Beschreibungen stehen im Widerspruch zu der bestehenden von Galen abhängigen Lehre (siehe oben). Das Phänomen, dass sich die Arterien dehnen, wenn sich das Herz kontrahiert, hatte allerdings schon Colombo 70 Jahre zuvor beschrieben: *De Re Anatomica* 257: *comperies enim dum cor dilatatur, constringi arterias; & rursus in cordis constrictione dilatari* (du wirst deutlich erkennen, dass sich die Arterien verengen, wenn sich das Herz dehnt und andererseits, dass sie sich in der Kontraktion des Herzens verengen).

Harvey sichert seine Vorstellungen in den folgenden Absätzen durch Vergleiche aus der Tierphysiologie und Medizin ab.

24,21-23: *similiter etiam [...] pertrudi cum impetu*: bei den Fischen entspricht das Gefäß, das zu den Kiemen führt, der *vena arteriosa*, d. h. der Arteria pulmonalis.

24,24-28: *similiter denique [...] expellitur eodem motu*: auf die Eröffnung von Arterien zu medizinischen Zwecken wurde schon von Galen hingewiesen, der aber auch auf das Risiko dieses Eingriffes hingewiesen hat: *De Venae Sectione adversus Erasistratum* K IX 312,14: *sic quoque et quae in temporibus sunt arterias et quae post aures incidere medicos mos est* (so ist es bei den Mediziner auch üblich, die Arterien der Schläfen und die hinter den Ohren verlaufenden einzuschneiden) und K IX 313,9: *verum propter difficilem eruptionis sanguinis compressionem arterias medici incidere metuunt* (wegen der Schwierigkeit der Kompression des herausquellenden Blutes scheuen sich die Mediziner, Arterien zu eröffnen).

24,29-35: *ex his videtur [...] sicut vena arteriosa a dexteri:* neuerliche Zusammenfassung der bereits präsentierten Ergebnisse. Harvey zieht wiederum den bereits von Galen verwendeten Vergleich mit Schläuchen vs. Blasebälgen heran, erklärt aber die Pulsphänomene konträr: die Arterien füllen sich passiv wie Schläuche und nicht durch aktive Dehnung. Die Systole des linken Ventrikels führt zu den Erscheinungen des Pulses in den Arterien, wie die des rechten Ventrikels in der *vena arteriosa*.

25,1-10: *denique arteriarum pulsum [...] sunt in utroque extremo:* Harvey vergleicht nun die Beziehung zwischen Herz und Arterienpuls mit dem Aufblasen eines Handschuhes (25,2: *chirotheca*): durch das Einblasen in eine Öffnung dehnen sich alle Finger. So tritt auch der Puls gleichzeitig in allen Arterien durch die eine Systole des Herzens auf. Die Pulsqualitäten – Harvey führt die Pulsfrequenz, die Pulshöhe, die Unterdrückbarkeit und den Rhythmus an – werden durch die *actiones* des Herzens vorgegeben. Zwischen der Kontraktion des Herzens und der Dehnung der Arterien ist kein Zeitintervall, wie es auch nicht im Beispiel mit dem Handschuh und der Geräuschfortleitung bei einer Trommel der Fall ist. Diese Aussage ist aus heutiger Sicht nicht ganz richtig, das Zeitintervall ist aber sehr kurz.

25,10: *quod Aristoteles [...] invicem quando movet:* die Stelle findet sich in der Ausgabe von Bekker *Resp.* 480a10: καὶ σφύζουσιν αἱ φλέβες πᾶσαι, καὶ ἅμα ἀλλήλαις, διὰ τὸ ἠρτῆσθαι ἐκ τῆς καρδίας, κινεῖ δ' αἰεὶ ὥστε κάκεῖναι αἰεὶ, καὶ ἅμα ἀλλήλαις, ὅτε κινεῖ (und es pulsieren alle Adern gemeinsam, weil sie aus dem Herzen entspringen und dieses immer eine Bewegung hervorruft: sodass sich jene immer gleichzeitig bewegen, wenn sich das Herz bewegt). Der erste Teil des Zitates – 25,11: *sanguis omnium animalium pulsuque simul undique movetur* – findet sich allerdings so nicht im griechischen Text. Die Stellenangabe Harveys mit „3. *Anim. cap.* 9“ bleibt unklar.

25,15-16: *notandum cum Galeno [...] appellatus fuisse:* zur Erklärung der Aristotelesstelle weist Harvey darauf hin, dass bei den Alten eine Differenzierung zwischen Arterien und Venen noch nicht erfolgt ist. Er verweist dabei auf Galen *De Hippocratis et Platonis Placitis* K V 574: *vocatur autem a vetustissimis medicis philosophisque hoc vasorum genus alteri similiter vena* (diese Art von Gefäßen (sc. die Arterien) wird aber von den ältesten Ärzten und Philosophen wegen der Ähnlichkeit zu der anderen als Vene bezeichnet). Bemerkenswert ist, dass Harvey den Wortlaut des galenschen Satzes weitgehend beibehält.

25,16-25: *Accidit aliquando [...] & interceptus fuit:* Illustration und Bestätigung der Pulslehre Harveys an einem Aneurysma (pathologische Ausweitung) der Arteria subclavia (Armarterie). Harvey hat den Patienten selbst gesehen und offenbar auch betreut (*prae manibus habuisse*). Durch das große Volumen dieses erweiterten Gefäßabschnittes sind die Pulsaktivitäten distal davon nur sehr schwach nachweisbar.

25,26-29: *quare sive per compressionem [...] sit sanguinis in arterias:* logische Konsequenzen aus dem bisher Gesagten: wird der Blutzufuhr zu den distalen Arterienabschnitten behindert, pulsieren sie nicht mehr. Der Puls nimmt seinen Ursprung im Herzen und wird durch den Blutstrom fortgeleitet.

Kapitel 4

In diesem Kapitel werden physiologische Aspekte (*actio, usus*) der Herzohren (siehe Kommentar zu 10,5 – 11) erörtert. Es soll zum Verständnis noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Anatomie der frühen Neuzeit den Vorhof nicht gekannt hat. Die entsprechende anatomische Struktur wurde als eine Erweiterung der Hohlvene (*vena cava*) bzw. der Lungenvene (*arteria venalis*) angesehen. In der modernen Anatomie werden die Herzohren (*auriculae*) den Vorhöfen zugerechnet. Zur Klärung der Bewegungsabläufe in diesem Herzabschnitt führt Harvey wiederum Untersuchungen an verschiedenen Tierarten (die sich nicht immer eindeutig identifizieren lassen) durch und zieht für seine Argumentation auch Beobachtung aus der Embryologie heran.

Die letzten Absätze des vierten Kapitels tragen zur Klärung der Frage der Blutzirkulation kaum etwas bei und zeichnen sich durch eine auffällige Redundanz aus. Jedenfalls sind sie in weiten Abschnitten der aristotelischen Biologie verpflichtet und verwenden die entsprechenden aristotelischen *termini technici*.

25,33-34: *praeterea haec [...] quae ad auricularum usum spectant:* die *auriculae* werden demnach als ein vom Herzen im engeren Sinn getrennter Teil der Kreislauforgane angesehen, die zwischen dem erweiterten Anteil der *vena cava* respektive der *arteria venalis* und den Ventrikeln gelegen sind.

25,35-26,11: *quod Caspar Bauhius & Iohannes Riolanus [...] progredi visus est:* Gegenüberstellung der Beobachtungen Harveys bei der Vivisektion mit den Meinungen

Bauhins¹⁴⁷ und Riolans¹⁴⁸ zur Bewegung der Herzohren (*auriculae*). Die beiden Herzohren bewegen sich gleichzeitig vor den Ventrikeln. Bauhin und Riolan hatten keine klare Zuordnung der Bewegungsabläufe gegeben.

26,11-15: *cum iam languidiora [...] aliquando tardius*: durch Beobachtungen bei kaltblütigen Tieren mit langsamen Herzaktionen stellt Harvey einen geregelten Bewegungsablauf fest: zuerst bewegen sich die *auriculae* und erst nach einer Pause folgt die Kontraktion der Ventrikel.

26,15-25: & tandem ad mortem [...] peragere, & moliri: exakte Beobachtungen am sterbenden Herzen. Die Ventrikel hören vor den Vorhöfen auf, sich zu bewegen. Das rechte Herzohr bewegt sich am längsten. Die moderne Physiologie konnte im Bereich des rechten Vorhofs, d. h. in der Nähe des rechten Herzohres, den Sinusknoten lokalisieren, der eine Schrittmacherfunktion im Bewegungsablauf des Herzens innehat. Von ihm geht die Erregung aus, es kontrahieren sich zuerst die Vorhöfe mit den *auriculae* und erst nach einem kurzen Zeitintervall, welches durch die verzögerte Reizüberleitung in die Ventrikel bedingt ist, die Herzkammern.

26,25-34: *sed & praecipue notandum [...] ex pulsione auricularum immixtus*: die dem Herzohr eigentümliche Bewegung ist eine Pulsation, die zu einem pulsatilen Fluss des Blutes in die Ventrikel führt. Diesen Impuls des Blutes hat Harvey mit seinem Finger getastet und nach Abschneiden der Herzspitze auch gesehen. Der richtige Schluss aus diesen Beobachtungen ist, dass sich die Ventrikel dehnen, weil sie gefüllt werden, und nicht, wie bislang angenommen, gefüllt werden, weil sie sich dehnen.

26,35-27,5: *notandum est ubique [...] vel maxime apparet*: Harvey wiederholt seine Ergebnisse, wie sich die gesamte Schrift durch zahlreiche Redundanzen auszeichnet. Der folgende Erklärungsversuch zur Füllung der *auriculae* ist nicht richtig. Die Unkenntnis Harveys zeigt sich auch in dem verwendeten Begriff „zentripetale Kompressionskraft der Venen“ (27,3: *venarum motu compresso ad centrum*). *De facto* werden die *auriculae* durch

¹⁴⁷ Bauhin, Caspar, 1560-1624, Arzt und Botaniker, studierte Medizin in Padua vor 1580. Ab 1582 Professor für Griechisch in Basel, ab 1588 Professor für Anatomie und Botanik an der gleichen Universität, später auch Dekan und Rektor.

¹⁴⁸ Riolan, Jean, 1580-1657, Professor für Medizin und Dekan der medizinischen Fakultät an der Sorbonne, war auch Leibarzt Ludwig XIII.

die Kontraktion des Vorhofes gefüllt. Die Begründung für die Abblassung in der Kontraktion ist wie bei den Ventrikeln die geringere bis fehlende Blutmenge.

27,6-19: *in piscibus & ranis* [...] *motum retinet*: vergleichend-physiologische Untersuchungen zum isolierten noch schlagenden Herzen.

Fische und Amphibien haben tatsächlich nur einen Ventrikel und diesem vorgelagert eine Art Vorhof, den Harvey mit einer Blase (27,7: *vesica*) vergleicht. Auch hier zeigt sich der geschilderte Bewegungsablauf mit primärer Kontraktion des „Vorhofes“ und sekundärer, nach einer Pause folgender, des Ventrikels.

Die Herzmuskulatur niederer Tiere hat eine stärker ausgeprägte spontane Depolarisationsrate und damit spontane Kontraktionsneigung als bei höheren Tieren, deshalb pulsiert der Ventrikel auch ohne die Schrittmacherfunktion des Vorhofs, ja, sogar einzelne Muskelstreifen.

27,20-25: *in Columba* [...] *revocari videbantur*: durch Erwärmen wird die elektrische und konsekutiv die muskuläre Aktivität der Herzmuskulatur verstärkt.

27,26-30: *sed praeter haec* [...] *spiritu imbui videretur*: diese Stelle ist nicht ganz klar. Im isolierten Herzen wäre dies (eine Pulsieren des Blutes) schwer möglich. Beim Herzen *in situ* kann das Phänomen durch den Zustrom des venösen Blutes aus der *vena cava* erklärt werden.

Mit der Vermutung, das Blut besäße eine ihm innewohnende bewegende Potenz, weicht Harvey radikal von den Vorstellungen des Aristoteles ab¹⁴⁹, da für diesen zur Initiierung einer Bewegung ein Kontakt zwischen Bewegendem und Bewegtem notwendig ist: GA 734a3 κινεῖν τε γὰρ μὴ ἀπτόμενον ἀδύνατον καὶ μὴ κινουῦντος πάσχειν τι ὑπὸ τούτου (es ist unmöglich, ohne Kontakt etwas zu bewegen, und wenn etwas nicht eine Bewegung bewirkt, kann kein Effekt ausgelöst werden), oder noch prägnanter *Ph.* 256a2: ἅπαντα ἂν τὰ κινούμενα ὑπὸ τινος κινούτο (alles, was sich bewegt, wird wohl durch etwas bewegt).

27,31-28,6: *tale quiddam* [...] *transmittere ocepit*: embryologische Betrachtung zur Entwicklung des Herzens im Hühnerei und auch bei einem menschlichen Fötus. Demnach entwickelt sich zuerst aus einem sogenannten Herzschauch ein einheitlicher Vorhof (von Harvey 27,33 als *gutta sanguinis* bezeichnet), woraus die zwei Vorhöfe, für Harvey die

¹⁴⁹ Pagel, W., William Harvey revisited, History of Science 8 (1969), 6f.

auriculae, entstehen. Erst später entwickeln sich aus dem Herzschlauch die Ventrikeln, d. h. das Herz.¹⁵⁰

27,33: *quod etiam annotavit Aristoteles*: eine detailreiche Beschreibung der Entwicklung des Herzens im Hühnerei durch Aristoteles findet sich *HA* 561a11f.: καὶ ὅσον στιγμὴ αἱματίνη ἐν τῷ λευκῷ ἢ καρδία. τοῦτον δὲ τὸ σημεῖον πηδᾷ καὶ κινεῖται ὡσπερ ἔμυγον (und das Herz ist wie eine blutiger Tropfen im Weißen (sc. des Eies). Dieser Punkt pulsiert und bewegt sich, als ob er belebt wäre).

28,7-10: *ita ut si penitus [...] & post etiam emori*: dass das Herz bei den bluthältigen Tieren zuerst entsteht findet sich im *Corpus Aristotelicum* wiederholt. Die zentralen Stellen sind: *Juv.* 468b28: καὶ τῶν ζῴων τῶν ἐναίμων ἢ καρδία γίνεται πρῶτον (bei den bluthältigen Tieren entsteht das Herz als erstes) und besonders *GA* 741b15f.: γίγνεται δὲ πρῶτον ἢ ἀρχή. αὕτη δ' ἐστὶν ἢ καρδία τοῖς ἐναίμοις, τοῖς δ' ἄλλοις τὸ ἀνάλογον, ὡσπερ εἴρηται πολλάκις. [...] ἀπολείπει γὰρ τὸ ζῆν ἐντεῦθεν τελευταῖον, – συμβαίνει δ' ἐπὶ πάντων τὸ τελευταῖον γενόμενον πρῶτον ἀπολείπειν τὸ δὲ πρῶτον τελευταῖον, ὡσπερ τῆς φύσεως διαυλοδρομούσης καὶ ἀνελιττομένης ἐπὶ τὴν ἀρχὴν ὅθεν ἦλθεν. ἔστι γὰρ ἢ μὲν γένεσις ἐκ τοῦ μὴ ὄντος εἰς τὸ ὄν, ἢ φθορὰ ἐκ τοῦ ὄντος πάλιν εἰς τὸ μὴ ὄν (es entsteht zuerst das Prinzip. Dieses ist das Herz für die Bluthältigen, für die Anderen das analoge Organ, wie wir schon öfter gesagt haben. [...] an dieser Stelle hört das Leben zuletzt auf. Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass das zuletzt Entstandene zuerst, das zuerst Entstandene aber zuletzt aufhört, als ob die Natur in einer Art Doppellauf zu dem Anfang zurückkehrt, von dem sie ausgegangen ist. Das Werden ist ein Entstehen aus dem Nichtsein, das Vergehen ein Prozess aus dem Sein in das Nichtsein). Harveys Formulierung 28,19 *quod in animalibus ultimo fit deficit primum & quod primum ultimum* entspricht somit weitgehend den Worten des Aristoteles *GA* 741b19 συμβαίνει δ' ἐπὶ πάντων τὸ **τελευταῖον** γενόμενον **πρῶτον** ἀπολείπειν τὸ δὲ **πρῶτον τελευταῖον**.

28,11-20: *imo an prius [...] quod primo ultimum*: Überlegungen zur Natur der Bewegung des Blutes und des Entstehens und Vergehens von Leben, die ganz der aristotelischen Biologie verpflichtet sind. Aristoteles hat dem Phänomen der Entstehung und des Vergehens ein ganzes Buch (*De Generatione et Corruptione*) gewidmet, die Problematik der Lebensalter und des Sterbens in *De Juventute* erörtert.

¹⁵⁰ Sadler, T. W., Medizinische Embryologie, Stuttgart 2003,189f.

Harvey hatte 27,26 bemerkt, dass auch im leblosen Herz eine gewisse Bewegung des Blutes beobachtet werden kann. Er diskutiert zwei Möglichkeiten: das Blut bzw. der *spiritus* besitzen eine inhärente Bewegung, oder aber, sie wird ihnen durch Pulsationen des Herzen vermittelt.

28,14: *spiritus prolificus*: nur hier. Der Begriff kommt so im *Corpus Galenicum* und *Corpus Aristotelicum* nicht vor. Er entspricht der Wirkursache (GA 715a7 ἡ ἀρχὴ τῆς κινήσεως) in der aristotelischen Terminologie.

28,15: *ita Natura in morte* [...] (ut Arist.): an der von Harvey selbst angegebenen Stelle aus dem *Corpus Aristotelicum* (*De Motu Animalium*, cap. 8) findet sich kein Beleg für die Aussage, dass das Sterben ein Umkehrprozess der Entstehung sei, wohl aber in der Schrift *De Generatione et Corruptione*, wenn er bezüglich des immerwährenden Vorgangs der Entstehung und des Vergehens von Leben von einem zyklischen Prozess spricht: GC 337a1: τούτου δ' αἴτιον, ὡςπερ εἴρηται πολλάκις, ἡ κύκλω φορά· μόνη γὰρ συνεχῆς (die Ursache dafür ist, wie schon öfters erwähnt, ein zyklischer Ablauf: allein dieser ist kontinuierlich) und natürlich in der oben (28,7-10) diskutierten Stelle aus *De Generatione Animalium* (741b15f.), auf die Harvey wohl rekurriert.

28,21-33: *observavi quoque* [...] *partem iecori analogam*: mit Hilfe einer Lupe (28,25: *perspicillum*) konnte Harvey auch bei sehr kleinen Tieren ein dem Herzen analoges Organ nachweisen. Die Herzaktionen sind bei diesen kaltblütigen Tieren langsam, wie er bei Schnecken beobachtet hat.

28,22: ***non solum (ut Aristot. dicit) in maioribus, & sanguineis*:** Aristoteles schreibt PA. 665b10, das Herz sei (nur) bei den bluthältigen Tieren vorhanden (καρδία μὲν οὖν ἅπανσιν ὑπάρχει τοῖς ἐναίμοις).

28,34-37: *sed notandum & hoc* [...] *plant-animalia ideo dicuntur*: in der Kälte sind die Herzaktionen kaltblütiger Tiere vermindert bzw. gar nicht vorhanden, weshalb sie auch als „Pflanzentiere“ (28,36: *plant-animalia*), also Lebewesen, die Eigenschaften von Pflanzen und Tieren aufweisen und somit einen Übergangszustand zwischen beiden Klassen von Lebewesen darstellen, bezeichnet werden.¹⁵¹

¹⁵¹ Von Linné wurden die Pflanzentiere in der 12. Auflage seiner *Systema Naturae* folgendermaßen beschrieben: *Zoophyta non sunt, ut Lithophyta, autores suae testae, sed testae ipsorum. Sunt enim stipites verae plantae, quae metamorphosi transeunt in flores animatos, vera animalcula* (die Pflanzentiere produzieren nicht wie die Steintiere ihre Schalen, sondern sind die Schalen ihrer selbst. Sie sind nämlich als Stamm wirkliche Pflanzen,

29,1-9: *notandum insuper [...] squillis, Gammaris, &c.*: Harvey bringt neuerlich Argumente aus der vergleichenden Physiologie und Embryologie. *Auriculae* oder analoge Organe sind immer auch dann vorhanden, wenn ein Herz, d. h. ein Ventrikel, vorhanden ist. Der Begriff analoge Organe stammt aus der aristotelischen Biologie: z. B. *Resp.* 479a1 τοῖς μὲν ἐναίμοις ἢ καρδία, τοῖς δ' ἀναίμοις τὸ ἀνάλογον (bei den bluthältigen das Herz, bei den blutleeren das analoge Organ).

29,10-17: *est hic apud nos [...] quasi per fenestram intueremur*: Beobachtungen an Garnelen, bei denen das schlagende Herz wegen der durchsichtigen Körperschichten sichtbar ist.

29,18-25: *in ovo Gallinaceo [...] & vitae principium ageret*: neuerliche Beschreibung von Beobachtungen zur Entwicklung des Herzens im Hühnerei, nachdem die Schale entfernt worden und das Ei in warmem Wasser inkubiert wurde.

29,24: *esse & non esse*: wahrscheinlich Anspielung auf Aristoteles *GC* 336b28: βέλτιον τὸ εἶναι ἢ τὸ μὴ εἶναι (Sein ist besser als Nichtsein). Diese Stelle findet sich unmittelbar vor *GC* 337a1, in der das Leben als zyklischer Prozess dargestellt wurde (28,15). Auch in der 26,1 zitierten Stelle aus *GA* 741b15f. finden sich die Begriffe Sein und Nichtsein markant in Opposition formuliert (*GA* 741b23: ἐκ τοῦ μὴ ὄντος εἰς τὸ ὄν [...] ἐκ τοῦ ὄντος πάλιν εἰς τὸ μὴ ὄν).

Kapitel 5

Dieses Kapitel fasst die bislang gemachten Beobachtungen und deren Interpretationen zusammen. Harvey vergleicht den koordinierten Bewegungsablauf zwischen den *auriculae* und den Ventrikeln mit Maschinen und dem Schluckakt. Aus letzterem schließt er nicht ganz nachvollziehbar auf die Notwendigkeit eines Blutstroms vom rechten Herzen über die *vena arteriosa* (Lungenschlagader) und *arteria venosa* (Lungenvene) in das linke Herz (Lungenkreislauf). Nach einem kurzen Exkurs über mögliche Wirkungen des Herzens anderer Art als den Transport des Blutes, nimmt Harvey die Diskussion vom Anfang des Proömiums wieder auf, um den Grund der Irrtümer Galens aufzuzeigen. Er erkennt die *aorta* als das

welche eine Metamorphose in belebte Blüten, wirkliche Tierchen, durchmachen. Zitiert nach Link, H. F., Über die Pflanzentiere überhaupt und die dazu gerechneten Gewächse besonders. Berlin 1831.

Gefäß, welches das Blut in den Arterien verteilt, die Lehre eines Blutübertritts vom rechten Ventrikel in den linken über das Septum wird wie schon im Proömium verworfen.

29,28-30,7: *ego vero ex his [...] agitantur motu:* Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse. Dass der rechte Ventrikel das Blut in die Lunge transportiert, hat Harvey zuvor nicht explizit erwähnt. Die *vena arteriosa*, nach moderner Nomenklatur die Arteria pulmonalis, ist, ihrer Funktion und ihrem Aufbau nach, eine Arterie.

30,7-13: *nec alia ratione [...] fieri apparent:* zur Illustration vergleicht Harvey die Bewegungsabläufe mit mechanischen Maschinen (*machinis*), wenn ein Rad in das andere greift (*una rota aliam movente*) und (30,9) mit dem Steinschloss einer Muskete (*sclopetum* oder auch *sclopetus*): durch Entriegelung des Abzugs (*compressione alicuius ligulae*) fällt der Hahn mit dem eingespannten Feuerstein (*cadit silex*) auf eine Metallplatte/Batterie (*percutit chalybdem*), dadurch wird eine Pfanne geöffnet (*propellit*) und das darin befindliche, leicht entzündliche Pulver/Zündkraut wird entzündet (*ignitur pulvis*). Die Flamme zündet durch das Zündloch (*interius prorepat*) die eigentliche Treibladung (*disploditur*), das Projektil wird freigesetzt (*evolat globulus*).¹⁵²

Die koordinierten muskulären Kontraktionen beim Schluckakt (30,14) dienen als ein biologischer Vergleich. Die Beschreibung ist auch nach heutigen Kriterien gemessen sehr genau und kann wohl nur mit Hilfe der Vivisektion gelungen sein.

30,31: *in ventriculum:* i.e. *in ventrem* (Magen), antik belegbar (z.B. Celsus *De medicina* 4.1.6: *ventriculus autem, qui receptaculum cibi est* Plinius *Nat.* 11.204: *ventriculus atque intestina pingui ac tenui omento integuntur*) 28.105), aber sehr selten. Die Verwendung der Bezeichnung *ventriculus* für den Magen findet sich hingegen regelmäßig in der anatomischen Literatur der Neuzeit und auch in der modernen anatomischen Nomenklatur.

30,21: *unum efficere motum videntur, & actionem unam:* zu den Begriffen *motus* und *actio* siehe oben.

30,23-34: *sic contigit [...] exaudiri in pectore contigit:* obwohl Harvey zu der Problematik des Blutflusses von den Venen in die Arterien bislang noch keine eigenen systematischen Untersuchungen genannt hat, vergleicht er diesen Übertritt mit dem Schluckakt (*quae*

¹⁵² Quelle: Wikipedia, 06.01.2017.

deglutitio quaedam est, & transfusio sanguinis e venis in arterias) und setzt voraus, dass er über die Gefäße der Lungen erfolgt.

Harvey beschreibt neuerlich die Bewegung des Herzens, wie sie bei der Vivisektion erscheint und berichtet neben der Aufrichtung der Herzspitze über eine ungewöhnliche seitliche Neigung des Herzens nach rechts (30,28: *lateralem inclinationem obscuram secundum ductum ventriculi dextri*). Diese Schraubbewegung ist durch die schräg verlaufenden Muskelfasern (*fibrae obliquae*) bedingt.

30,34: *pulsum fieri, & exaudiri in pectore contingit*: der von Harvey beobachtete Puls ist durch die Kontraktion des rechten Ventrikels bedingt, mit Geräusch dürfte der erste und zweite Herzton gemeint sein.

30,35-38: *motus itaque [...] a corde impulsus est*: Definition der Bewegung (*motus*) und der *actio* des Herzens als treibende Kraft für die Bewegung des Pulses. Das Herz ist im aristotelischen Sinne das τὸ κινεῖν, das Blut das τὸ κινούμενον. Das Blut hat also keine eigene bewegende Potenz (cf. 28,11). Vergleiche aber oben 27-26 – 30 und 28,11 – 20.

31,1-4: *an vero sanguini [...] observationibus colligendum*: Aristoteles hat dem Herzen eine Aufgabe in der für die Aufrechterhaltung des Lebens essentiellen Wärmeproduktion zugeschrieben (*Resp.* 474b3: τοῖς δ' ἐναίμοις ἡ καρδία τοῦτο τὸ μόνον ἐστίν (bei den Bluthältigen ist dieses Organ das Herz). Zudem verkocht es neben anderen Organen das Blut zu den nützlichen Abbauprodukten (περίπτωση) wie z. B. zum Samen und Milch (*Resp.* 474a28: πυρὶ γὰρ ἐργάζεται πάντα (durch Feuer wird alles verarbeitet).

31,2: *sive spiritum*: der *spiritus vitalis* wird nach Galen im Herzen aus Blut vom rechten Ventrikel und Luft von den Lungen durch die Einwirkung der dem Herzen innewohnenden Wärme (ἔμφυτον θερμόν) gebildet (siehe Einleitung).

31,4-6: *hoc in praesentia [...] in unversum corpus*: bislang wurde allerdings noch nicht, wie Harvey behauptet, von ihm gezeigt, dass das Blut von den Venen in die Arterien übertritt. Er hat bislang nur Colombo zitiert und über embryologische Beobachtungen (*foramen ovale*) berichtet.

31,7-11: *sed & hoc omnes [...] ut ante demonstratum est*: Methodenkritik an den Vorgängern. Sie haben wohl einzelne Aspekte des Blutflusses im Bereich des Herzens und der Lunge anhand der anatomischen Strukturen vermutet, aber keine schlüssige Theorie formuliert (37,10: *ex coniectura plurima pronunciant*).

31,10-11: *ex coniectura [...] demonstratum est*: Kritik der deduktiven wissenschaftlichen Methode im Sinne Francis Bacons (siehe Kapitel 7.5.2)

31,13-29: *causa maxima [...] sanguinem dispenset*: neuerlicher Hinweis darauf, dass sich durch den engen topographischen Kontakt zwischen Herz und Lunge die methodischen Schwierigkeiten ergeben. Die gleichen Argumente hat Harvey schon ausführlich im Proömium genannt. Die *vena arterialis* und die *arteria venalis* ziehen in engem Kontakt zueinander vom Herzen in die Lunge, sodass die Zuordnung einer spezifischen Funktion (*usus proprius*) schwierig war.

31,17: *Galenii verba*: Harvey zitiert in diesem Zusammenhang Galens polemische Argumentation gegen Erasistratus, indem er dessen fiktive Antwort auf die Frage nach der Funktion der Venen und der Verkochung des Blutes beschreibt. Er zitiert dabei aus *De Placitis Hippocratis et Platonis* (K V 550f.) in einer lateinischen Ausgabe von Ianus Cornarius aus dem Jahre 1549 (siehe Anm. 118). Es handelt sich um das alte aristotelische Konzept: das Blut wird in der Leber gebildet, gelangt zum Herzen und wird dort weiter „veredelt“. Erasistratus konnte aber das Gefäß nicht benennen, welches dieses perfekte Blut im Körper verteilte, da für ihn die Arterien Luft bzw. lediglich *spiritus vitalis* enthielten. Dieses, an sich gut argumentierte Konzept hat Galen verworfen, da er den Transit des Blutes vom rechten Herzen in das linke über die Lungenstrombahn nicht erkannt hatte.

31,30-32,3: *si quis vero [...] & non spiritus*: die polemische Sprache Galens gegen Erasistratus wendet nun Harvey seinerseits gegen Galen an (z. B: 31,31 *ipsius confessione Galeni*, 31,33 *quid divinus ille vir ingeniosissimus & doctissimus responderet, miror*). Das gesuchte Gefäß ist die *aorta* (*arteria magna*).

31,37: *sibi ipsius contradiceret*: Galen hatte in seinem Buch *An in Arteriis Sanguis Natura contineatur* nachgewiesen, dass nur Blut in den Arterien vorhanden ist (siehe oben).

32,4-16: *sin vero divinus vir [...] in arterias transferri possit:* Polemik! Harvey richtet Galens Worte aus *De Placitis Hippocratis et Platonis* (K V 550f), die dieser gegen Erasistratus gerichtet hatte, gegen ihn selbst (32,9: *si (inquam) haec omnia, & his ipsissimis verbis concederet Pater Medicorum, (uti facit recitato Libro)*).

32,17-26: *quod dubium [...] agnoscere facile possit:* auf Grund der genannten komplexen topographischen Beziehungen der Herzgefäße zur Lunge haben die Anatomen angenommen, Blut „schwitze“ über das Septum vom rechten Ventrikel in das linke Herz (siehe Einleitung).

32,21: *sed hanc viam antea refutavi:* Harvey hat das in seiner Schrift schon mehrfach getan (siehe z. B. Proömium und besonders die Kapitel 6-8).

Kapitel 6

In diesem Kapitel wird der Blutfluss von den Venen über das rechte Herz und die Lungenstrombahn in das linke Herz und somit die Arterien beschrieben. Harvey verwendet für seine Beweisführung embryologische und vergleichend-physiologische Argumente, die er in einer einleitenden Methodenkritik gegen seine Kritiker verteidigt. Wie schon im vorhergehenden Kapitel zieht Harvey die Biologie des Aristoteles zur Stütze seiner Annahmen heran. Es wurde schon mehrfach darauf hingewiesen, dass der Blutfluss über die Lungenstrombahn schon vor Harvey von Servetus und Colombo beschrieben wurde (siehe Einleitung).

32,30-33,8: *cum errandi occasionem [...] mea sententia elucesceret:* Methodenkritik und Kritik an seinen Kritikern: wenn man nur Untersuchungen am toten Menschen durchführt, werde man die Probleme nicht lösen. Man kann auch nicht aus der Kenntnis einer Staatsform eine politische Lehre, oder aus der Kenntnis der Bodenbeschaffenheit allein die Landwirtschaft verstehen, man kann nicht aus einer einzelnen Annahme auf das Allgemeine schließen.

33,3: *ex una particulari propositione, de universali Syllogizare:* Harvey spielt hier auf ein Prinzip der Aristotelischen Logik an, wie sie in der Ersten Analytik dargestellt sind: die Verknüpfung zweier Urteile zu einem dritten wird dort als Syllogismus bezeichnet.¹⁵³

¹⁵³ Ackrill, J. L., Aristoteles, Berlin 1985, 120f.

Eine Klärung der Fragen ist nur in der Vivisektion möglich.¹⁵⁴

33,9-15: *in piscibus [...] confirmari posse constat*: die anatomischen Verhältnisse bei den Fischen hat Harvey oben schon beschrieben.

33,16-27: *idem etiam [...] in arterias transire potuisset*: Amphibien und Reptilien haben zwei Vorhöfe, aber nur einen Ventrikel. Das Blut kann deshalb ungehindert von der *vena cava* in Gefäße gelangen, die bei den Wirbeltieren den Arterien entsprechen.

33,18-19: *quae etsi pulmones [...] ut qui vocem habent*: für die Stimmgebung ist die Expiration und somit eine Lunge notwendig. Darauf hat schon Galen hingewiesen, wenn er in *De Locis Affectis* K VIII 269 über die Stimmbildung schreibt: *quod propria huius actionis materia generatim quidem loquendo est exspiratio* (für die Sprache ist nämlich im Allgemeinen die Ausatemluft der typische Stoff).

33,24-27: *in his enim [...] in arterias transire potuisset*: in der Embryonalphase ist dies auch durchaus der Fall, siehe unten (33,33). Auch gibt es angeborene Erkrankungen mit einer Verbindung zwischen den Ventrikeln (Ventrikelseptumdefekt).

33,28-32: *cum vero maior [...] per cordis sinus transmitti*: da bei der Mehrzahl der Tiere eine große Verbindung zwischen dem rechten und linken Herzen besteht, ist eine solche allgemein zu fordern. Es handelt sich um einen typischen induktiven Schluss.

33,33-35,37: *consideravi autem mecum [...] quod omnes Anatomici norunt satis*: detailreiche Beschreibung des embryonalen Kreislaufs. Harvey hat ihn in seiner Schrift schon mehrmals für seine Argumentation für die Existenz des Lungenkreislaufs herangezogen. Der embryonale Kreislauf unterscheidet sich wesentlich von dem des Erwachsenen, indem die anatomischen Beziehungen (34,1: *contactus*) der vier Gefäße (*vena cava*, *vena arteriosa*, *arteria venalis*, *aorta*) des Herzens zueinander andere sind.

33,36: mit *arteria magna* ist die *aorta* gemeint (so auch 34, 21,23,31 und 35)

34,1-18: *primus contactus [...] remeare nunquam posse*: die Beziehung der *vena cava* mit der *arteria venosa* (nach moderner Nomenklatur die Lungenvene). Wie schon in der

¹⁵⁴ Bereits Vesalius und Colombo hatten in ihren Werken 1543 bzw. 1559 ein Kapitel der Vivisektion gewidmet.

Einleitung erwähnt, wurde damit auch der linke Vorhof beschrieben, in welchen vier Lungenvenen einmünden. Für Harvey und seine Zeitgenossen war der linke Vorhof der Stamm der *arteria venosa*, also der Lungenvene moderner Nomenklatur.

34,3: *paulum supra egressum ab hepate*: damit ist das offene Foramen ovale gemeint, die in der Embryonalzeit offene Verbindung zwischen beiden Vorhöfen.

34,8-12: *insuper in illo [...] & prope obliterat*: am Vorhofseptum findet sich auf der Seite des linken Vorhofs (34,9: *e regione, quae arteriam venosam respicit*) eine zarte Membran, die ihren Ursprung im Vorhofseptum selbst hat und beim Erwachsenen das Septum vollständig verschließt.

34,12-15: *haec inquam membrana [...] impediatur*: da die Membran auf der linken Seite des Septums sich befindet und beim Embryo noch nicht fest damit verbunden ist, kann das Blut ungehindert von rechts nach links, d. h. von der *vena cava* in die *arteria venosa* fließen. Umgekehrt ist dies nicht möglich, da die Membran wie ein Ventil wirkt.

34,15-18: *ut liceat existimare [...] remeare nunquam posse*: korrekter Schluss Harveys auf Grund der geschilderten anatomischen Verhältnisse, dass das Blut beim Fötus von der *vena cava* direkt in die *arteria venosa* und dann in den linken Ventrikel fließt.

34,19-34,36: *altera unio est [...] in arteriam magnam invehi*: Beschreibung des *ductus (canalis) arteriosus* oder *ductus Botalli*, einer embryonalen Verbindung zwischen dem Stamm der *vena arteriosa* (Arteria pulmonalis) und der *aorta*. Diese Gefäßverbindung wurde schon von Galen beschrieben: *De Venarum Arteriarumque Dissectione* K II 828,10: *quin ea quoque propago, quae in conceptibus, quum a magna arteria se prompserit, in venam arteriosam inseritur, ea, inquam, non substantia modo corporis, sed usu etiam ac functione arteria est, quae et ipsa absque vena porrigitur* (ja, auch jene Aussprossung, die sich bei der Leibesfrucht, wenn sie aus der großen Arterie hervortritt und in die *vena arteriosa* sich einpflanzt, ist, so behaupte ich, nicht nur ihrem Aufbau nach, sondern auch ihrer Funktion nach eine Arterie, welche sich selbst auch ohne Vene ausdehnt). Diese Verbindung verschließt sich in der Regel kurz nach der Geburt.

34,27: *nullam membranam in se habet*: innerhalb des *ductus arteriosus* finden sich keine Klappen (*membrana*), da ein Rückfluss des Blutes durch die Klappen in der Lungenschlagader (*vena arteriosa*), aus der der *ductus* entspringt, verhindert wird.

34,37-35,21: *quod vulgo dicitur [...] tale quid statim existimasse*: die geschilderten embryonalen Gefäßverbindungen dienen, wie Harvey richtig erkannt hat, nicht zur Ernährung der Lunge, sondern um das sauerstoffreiche Plazentablut über die Pfortader, *vena cava*, rechten Ventrikel, *foramen ovale*, *arteria venalis* (nach moderner Nomenklatur den linken Vorhof), linken Ventrikel und *aorta* über die Arterien im Körper zu verteilen. Der *ductus arteriosus* dient dazu, um das Blut an den funktionslosen Lungen vorbei in die *aorta* zu leiten. Es fließt nur sehr wenig Blut über die *vena arteriosa* in die Lungen.

35,4: *cor in embryo feriari*: dass sich das Herz entgegen der allgemeinen Anschauung (*dicunt*) schon in einer sehr frühen Embryonalphase bewegt, hat Harvey schon wiederholt erwähnt und dabei wie auch an dieser Stelle auf die Beobachtungen des Aristoteles am Hühnerai hingewiesen. Als „Zeuge“ dafür wird Aristoteles *Spir. IV 483a15* herangezogen: ὁ δὲ σφυγμὸς εὐθὺς ἐν τῇ ἀρχῇ ξυνοισταμένης τῆς καρδίας, καθάπερ ἐν τοῖς ᾠοῖς γίνεται φανερόν (der Puls tritt gleich am Anfang bei der Entstehung des Herzens auf, wie es im Ei klar wird). Wie man sieht, zitiert Harvey relativ frei und fügt auch noch eigenständig Passagen hinzu, die in der Vorlage nicht vorkommen.

35,12-21: *quin & observamus [...] tale quid statim existimasse*: die geschilderten Gefäßverbindungen bleiben bei den Amphibien und Reptilien auch in der postembryonalen Phase offen.

35,16: *in ansere, buccagine, & avibus plurimis*: hier irrt Harvey: bei den Vögeln sind wie bei den Säugetieren die beschriebenen Verbindungen verschlossen. Wird bei erwachsenen Tieren doch ein offenes *foramen ovale* oder ein offener *ductus arteriosus* gefunden, handelt es sich um eine Missbildung.

35,18: *Botallo*: Botallo, Leonardo, italienischer Anatom, Daten unsicher: 1519(?) 1530 – 1571(?) 1587.¹⁵⁵ Er hat nach Galen den *ductus arteriosus* beschrieben.

¹⁵⁵ Quelle: Katalog der deutschen Nationalbibliothek.

35,22-37: *ex quibus intelligitur [...] qui pulmones non habent:* Zusammenfassung der anatomischen und physiologischen Verhältnisse beim embryonalen Kreislauf und dem Kreislauf niederer Tiere: das Blut fließt über das *foramen ovale* und den *ductus arteriosus* unter Umgehung der Lunge von der Hohlvene in die Aorta.

36,1-16: *itaque tam clare [...] sed sic omnino impedire:* Hypothesengeneration auf Grund der geschilderten Beobachtungen:

1. Der Transit des Blutes vom rechten zum linken Herzen erfolgt über die Lungen (*vena arteriosa* und *arteria venosa*).
2. Dieser Weg des Blutübertritts ist die bessere Lösung, da die Natur immer das Bessere bewirkt (36,12: *natura enim semper quod est melius facit*).

Letzter Punkt ist einer typisch aristotelisch teleologischen Argumentation verpflichtet, wie sie z. B. *GC* 336b27 formuliert ist: ἐπεὶ γὰρ ἐν ἅπασιν ἀεὶ τοῦ βελτίονος ὀρέγεσθαι φαμεν τὴν φύσιν (wir behaupten nämlich, dass die Natur in Allem das Bessere erstrebt).

Wie Aristoteles sieht Harvey in der Kühlung des Blutes die Funktion der Lunge und so ist es aus seiner Sicht naheliegend, den embryonalen Fluss von der Vena cava zur Aorta in die Lunge zu verlegen (*per pulmonem substantiam illud fieri*). Als Begründung führt er eben das teleologische Argument an. Er zeigt damit einmal mehr, dass sein wissenschaftliches Denken wesentlich durch Aristoteles geprägt wurde, indem er durch Deduktion vom Allgemeinen ausgehend auf das Spezielle schließt.¹⁵⁶

36,17-38: *ita iam eo res cessit [...] confirmare pergam:* komplexe, anakoluthisch imponierende Satzstruktur. Harveys Argumentation ist folgende: um den Blutfluss von der *vena cava* in den linken Ventrikel und die *arteria venosa* klären zu können, ist es der Mühe wert und auch vorteilhaft, die Verhältnisse an Tieren zu studieren. Die zentrale Frage war die nach der Notwendigkeit des Durchstroms durch die Lungen. Die moderne Medizin hat in der Oxygenierung des Blutes in der Lunge die Klärung gefunden. Harvey führt im Folgenden Argumente aus der aristotelischen Physiologie der Atmung an, wie sie uns in den *parva naturalia* vorliegen.

36,24-28: *sive hoc sit [...] sive quid aliud tale:* für Aristoteles dient die Atmung zur Kühlung der eingeborenen Wärme (σύμφυτος θερμότης, ἔμφυτον θερμόν). Ist diese unzureichend, „erstickt“ die Wärme durch ihr Übermaß und der Tod tritt ein (*Resp.* 472b20: ἡ δὲ μάρανσις

¹⁵⁶ Ackrill, J.L., Aristoteles, Berlin 1985, 55-84.

διὰ πλῆθος θερμότητος· καὶ γὰρ ἂν ὑπερβάλλῃ τὸ περίξ θερμόν, καὶ τροφήν ἐὰν μὴ λαμβάνῃ, φθείρεται τὸ πυρούμενον, οὐ ψυχόμενον ἀλλὰ μαραινόμενον (Erstickung tritt durch ein Übermaß an Wärme ein. Wenn nämlich die umgebende Hitze überhand nimmt und wenn sie keine Nahrung aufnimmt, geht das Feuer aus, da es nicht gekühlt wird, sondern erstickt). Eine Aufgabe der Lunge wäre somit nach Harvey, das durchströmende Blut zu kühlen. Harvey hat anscheinend zu dieser Problematik selbst Untersuchungen angestellt (36,33: *multa quam plurimis observationibus a me deprehensa sunt*), will aber nicht genauer darauf eingehen, um nicht vom Thema abzuweichen und kündigt eine eigene Schrift über dieses Thema an (36,36: *haec proprio tractatu convenientius exponenda relinquam*).

37,1-5: in perfectioribus [...] ita factum esse: abschließende Beschreibung des Lungenkreislaufs.

Kapitel 7

Auf Grund von embryologischen und vergleichend physiologischen Beobachtungen hat Harvey im 6. Kapitel den Lungenkreislauf postuliert, wobei allerdings ein entscheidender Punkt offengeblieben ist: wie und wo erfolgt der Übertritt des Blutes von der Lungenschlagader (*vena arteriosa*) in die Lungenvene (*arteria venosa*). Beide Gefäße verzweigen sich nach ihrem Abgang aus dem Herzen in der Lunge in immer kleinere, schließlich mit freiem Auge nicht mehr sichtbare Äste, die Verbindung über die Lungenkapillaren konnte somit nicht festgestellt werden. Erste Mikroskope wurden zwar bereits Ende des 16. Jht. in den Niederlanden gebaut, ihre systematische Anwendung in der Anatomie stand aber noch aus. Bereits Galen hatte aber einen geringen Blutfluss von der *vena arteriosa* über feine Poren in die *arteria venosa* postuliert (siehe 39,7: *destillat quidpiam in arterias per exigua illa orificia*) und auch biologische Phänomene, wie die Filtration von Harn in den Nieren und die Aufnahme von Nahrung aus dem Darm über die Pfortader und die Leber wiesen auf das Vorhandensein feiner Verbindungen verschiedener Gefäße hin.

Der zweite Teil des Kapitels ist der Funktion der Herzklappen gewidmet. Durch ihre topographische Anordnung und anatomische Struktur muss das Blut zwangsläufig über die Lungen vom rechten in das linke Herz gelangen. In diesem Zusammenhang zitiert Harvey Renaldo Colombo, der im 2. Kapitel des 11. Buches seiner *De Re Anatomica* in ähnlicher Weise wie er die Existenz des Lungenkreislaufs gefordert hatte und auch Galen, der die Funktion der Herzklappen richtig erklärt hatte.

Schließlich entwirft Harvey ein allgemeines Bauprinzip des Herzens, welches aus einer Vene, der Herzkammer und einer Arterie für jeweils das rechte und linke Herz besteht. Durch diese allgemeine Struktur ist auch eine allgemein gültige Funktion bedingt, die sich in einem Blutfluss von der Vene über die Kammer in die Arterie zeigt. Damit ergaben sich natürlich nomenklatorische Schwierigkeiten, da die *vena arteriosa* als Arterie und die *arteria venosa* als Vene zu bezeichnen waren, wie es in der modernen Anatomie mit Arteria pulmonalis bzw. Vena pulmonalis auch der Fall ist.

Das 7. Kapitel endet wie schon das vorhergehende mit der Forderung eines kontinuierlichen Blutflusses vom rechten zum linken Herzen und der korrekten Feststellung, dass der rechte Ventrikel wegen des Bluttransportes durch die Lunge und nicht für deren Ernährung vorhanden ist.

37,10-20: *fieri autem hoc posse [...] per ureteres in vesicam profluere*: als Beispiele eines Flusses über unsichtbare Wege nennt Harvey das Wasser, welches durch die Erde filtriert als Quelle wieder zum Vorschein kommt. Ähnlich seien die Verhältnisse auch bei der Schweißentstehung und der Harnproduktion nach der oralen Aufnahme von Flüssigkeiten. Er nennt in diesem Zusammenhang Trinkkuren, die in Spa (37,14: *aqua Spadensis* Bad in Belgien) und in Abano Terme (37,14: *de la Madonna* ein Heilbad in den Euganeischen Hügeln in der Provinz Padua) angeboten wurden. Die aufgenommene Flüssigkeit erscheint nach 1 bis 2 Stunden wieder im Harn.

37,17: *aliquantulum in coctione immorari*: altes aristotelisches Konzept der Verkochung aufgenommener Substanzen. Nach heutiger Diktion würde man „Verstoffwechselung“ sagen.

37,21-26: *quos itaque audio [...] non verentur affirmare*: Kritik an den Kritikern der Lehre des Blutflusses vom venösen Gefäßsystem über die Lungen in die Arterien. Mit der Anmerkung, die gesamte Blutmenge nehme diesen Weg (37,21: *imo totam massam sanguineam*), nimmt Harvey hier die Vorstellung vom Kreislauf des Blutes schon vorweg.

37,22: *aeque ac succus alimentalis*: die Nahrung wird durch den Darm aufbereitet, aufgenommen und über die Pfortader der Leber zugeführt. Dort tritt das Pfortaderblut in die *vena cava* über.

37,24: *quod genus hominum (cum Poeta loquor)*: Zitat aus Vergils Aeneis (1,539: *quod genus hoc hominum*). Nachdem die Trojaner nach Libyen verschlagen wurden, spricht Ilioneus zur Königin Dido und beschwert sich über die schlechten Sitten dieses Volkes (1,539f: *quaeve hunc tam barbara morem permittit patria*). Harveys Kritiker sind somit Barbaren, die die Wahrheit nicht erkennen wollen.

37,27-29: *iecoris parenchyma [...] conferatur spongiosae*: wenn aber bei dichterem Aufbau des Leber- und Nierengewebes (Parenchym) ein Durchfluss möglich ist, sollte es bei der lockeren Struktur der Lunge viel eher der Fall sein.

37,27: *parenchyma*: von παρά und ἐνχεῖν (das „Hineingegossene“), bezeichnet in der Biologie das Gewebe der soliden Organe im Gegensatz zum Binde- und Stützgewebe. Der Begriff wurde in der modernen Medizin besonders durch den Berliner Pathologen Rudolf Virchow (1821 – 1902) bekannt¹⁵⁷ und entspricht in etwa den ὁμοιομερῆ der aristotelischen Biologie.

37,30-38,3: *in iecore [...] constringi visum est*: hier irrt Harvey: der Druckgradient zwischen Pfortader und *vena cava* ist die treibende Kraft. Die durch die Atemexkursionen bedingte Dehnung der Lungen und der Lungengefäße spielen beim Blutfluss durch die Lunge eine unbedeutende Rolle.

38,4-17: *denique si per iecur [...] palam esse existimemus*: Konklusion der vorangehenden Diskussion: wenn ein Flüssigkeitstransport von der Pfortader durch das Lebergewebe in die Vena cava von allen Anatomen zugestanden wird, muss dies auch in Hinblick auf die Lunge eingestanden werden, wie es schon Realdo Colombo wegen des Aufbaus des Herzens und seiner Gefäße gefordert hat (siehe Einleitung).

38,17-22: *sed quando aliqui [...] hoc fieri*: wenn man schon nicht den zeitgenössischen Forschern Glauben schenkt, kann die Erkenntnis des kontinuierlichen Blutflusses durch die Lungen schon bei Galen abgeleitet werden. Zu diesem Zweck zitiert Harvey im Folgenden längere Passagen aus dem 6. Buch von Galens *De Usu Partium*, wo die Form und Funktion der Herzklappen beschrieben ist.

¹⁵⁷ Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch, Berlin 2004²⁶⁰, 1370.

38,23-25: *sunt in orificio [...] remeare in cor*: Beschreibung der im Stamm der *vena arteriosa* (Lungenschlagader) knapp nach dem Abgang aus dem rechten Ventrikel lokalisierten Pulmonalklappen. Sie bestehen aus drei „Taschenklappen“, den *valvulae semilunares*, „die das Lumen wie gefüllte Taschen während der Kammerdiastole verschließen, wenn der Blutstrom stillsteht und die Blutsäule von oben auf die Taschen drückt.“¹⁵⁸

38,26-39,33: *id omnes norunt [...] per reliquum vero emittatur*: Harvey zitiert aus dem 10. und 11. Kapitel des 6. Buches von *De Usu Partium*:

38,27-39,6: 10. Kapitel, K III 455,15-457,1.

39,7-9: 11. Kapitel, K III 459,7-9.

39,10-16: 10. Kapitel, K III 454,1-9.

39,17-19: 10. Kapitel, K III 455,6-9.

39,20-27: 11. Kapitel, K III 460,6-15.

39,28-33: 11. Kapitel, K III 461,15-462,2.

Der lateinische Text Harveys entspricht wie gesagt (siehe oben, Anm. 118) weitgehend der Übersetzung von Ianus Cornarius aus dem Jahre 1549 und zeigt nur wenige Abweichungen:

38,27: *in toto est mutua: in toto corpore mutua est*

38,30: *os ipsum: os ipsum magnum*

38,34: *omnis: omne*

39,4: *cuiusmodi est venae arteriosae: cuiusmodi est venae*

39,7: *quanto thorax: quanto enim thorax*

39,8: (*videlicet valvulae sigmoides*): erklärende Ergänzung Harveys

39,10: *nisi valvulae essent: quam rem*

39,14: *et hoc videri possit exiguum: at hoc quidem videri forte possit exiguum*

39,15: *utilitatem labefactet: usum labefactet*

39,16: *pro parvo est habendum: exiguum est*

39,18: *contemnendum: leve*

¹⁵⁸ Ferner H., Staubesand J., Lehrbuch der Anatomie des Menschen II: Eingeweide und Kreislauf, Wien 1975, 393.

39,18: *opifex noster: opifex nostri*

39,20: *ipsorum omnium: ipsarum omnium*

39,20: *videlicet valvularum est*: erklärende Ergänzung Harveys

39,21: *retro remigare: remigare retro*

39,25: *proinde cum sint: sed sunt*

39,26: *alterum quidem inducit, alterum vero educit: alterum quidem inducens, alterum vero educens*

39,28: *in cor infigatur: in cor inseratur*

39,29: *alterum: alterum vero*

39,29: *duplice: duplici*

39,30: *videlicet ventriculum dextrum*: erklärende Ergänzung Harveys

39,31: *quasi lacunam: quasi cisternam*

Die Abweichungen sind teils Ergänzungen, die das Druckbild aber bis auf einmal (39,30) nicht als solche zu erkennen gibt. Die lateinische Übersetzung Cornarius` ist durchwegs näher am griechischen Original, die Abweichungen haben aber für den medizinischen Sachverhalt keine Bedeutung.

In den zitierten Passagen aus Galen wird die Bedeutung der Herzklappen für den Blutfluss erörtert. Durch die Klappen wird die Flussrichtung vorgegeben, ein Pendelfluss wie beim Euripus (siehe Kommentar zu 20,23-24) somit verhindert.

38,27: *in toto est mutua Anastomosis*: schon Galen hat Verbindungen (Anastomosen) zwischen Venen und Arterien, die einen Transfer von Blut und *spiritus* gestatten, beschrieben und so auch schon die Möglichkeit einer Zirkulation des Blutes vorgezeichnet.¹⁵⁹ durch die Kontraktion des Brustkorbes in der Ausatmung wird nach der Vorstellung Galens Blut aus der *vena arteriosa* in die *arteria venosa* eingepresst (39,1: *cum autem thorax contrahitur pulsae atque intro compressae undique fortiter, quae in pulmone sunt venosae arteriae, exprimunt quam celerrime, qui in seipsis est spiritus transumunt autem per subtilia illa oscilla sanguinis portionem aliquam*. 39,6: *destillat quidpiam in arterias per exigua illa orificia*).

¹⁵⁹ Siehe unten Anm. 171.

39,15: *quod vero interim ipsius quoque respirationis utilitatem labefacet:* die Überlegungen Galens sind nicht ganz klar. Möglicherweise kann die Kühlfunktion der Lunge für das Blut durch den Rückstrom desselben in das Herz nicht zur Wirkung gelangen.

39,20: *communis autem [...] ex ipso effluant:* es gibt im Herzen vier Klappen: zwei Taschenklappen, die am Abgang der *vena arteriosa* respektive der *aorta* lokalisiert sind und den Rückstrom des bereits durch die Ventrikelkontraktion ausgeworfenen Blutes in der Diastole verhindern. An der Mündung der *vena cava* bzw. der *arteria venosa* in den entsprechenden Ventrikel sind die *valvula tricuspidalis* bzw. die *valvula mitralis* lokalisiert. Sie verhindern den Rückstrom des Blutes in der Ventrikelsystole aus dem Herzen in die *vena cava* bzw. in die *arteria venosa*.

39,23: *non enim volebat natura:* typisch aristotelisch-teleologische Argumentation durch Galen, die auch Harvey wiederholt in seinen Werken verwendet, so z. B. 40,28: *natura tamen cum voluerit*, 41,18: *cum natura nihil faciens frustra*.

39,25-33: *proinde cum sint [...] per reliquum vero emittatur:* Formulierung des allgemeinen Bauprinzipes eines Herzens durch Galen: zwei Gefäßen, die wie Venen aufgebaut sind, führen in das Herz, zwei Gefäße mit der Wandstruktur einer Arterie heraus. Auch der Blutstrom folgt diesem Bauprinzip.

39,35-37: *rectius pro transitu [...] terminis uti liceat:* Harvey fordert konsequenter Weise eine Namensänderung (39,36: *mutatis tantum terminis*) für die *vena arteriosa*: sie ist ihrem Aufbau, aber auch ihrer Funktion nach eine Arterie. In der modernen Anatomie wird sie auch als *arteria pulmonalis* bezeichnet.

39,37-40,10: *ex Galeni igitur [...] respiratio praepediretur:* Zusammenfassung der bisherigen Diskussion: bereits Galen hat den Übertritt des Blutes von der *vena arteriosa* in die *arteria venosa* beschrieben. Die treibenden Kräfte sind der Puls des Herzens und die Bewegung der Lunge und des Brustkorbes. Der geordnete Blutfluss wird durch die Lage und Funktion der Klappen gewährleistet.

40,10-16: *denique clare apparet [...] fieri non potest:* auf Grund des bisher Gesagten postuliert Harvey einen kontinuierlichen Blutfluss von der *vena cava* in die *aorta*.

40,17-20: *et itidem cum semper [...] impossibile est*: Wiederholung der unmittelbar zuvor präsentierten Argumente. Die ganze Schrift zeichnet sich durch eine Vielzahl von Wiederholungen aus, die für das Verständnis des Argumentationsganges nicht notwendig wären.

40,21-38: *illud igitur [...] omnino est existimare*: Harvey kommt abschließend noch einmal auf seine embryologischen und tierphysiologischen Beobachtungen zurück: in der Embryonalphase findet man zwei großlumige Verbindungen zwischen dem venösen und arteriellen Gefäßsystem (*foramen ovale* und *ductus arteriosus*), über die der Blutstrom von der *vena cava* in die *aorta* erfolgt. Sind sie verschlossen, muss dieser zwangsläufig über die Lungen erfolgen. Zu diesem Zweck besitzen die Tiere, die eine Lunge haben, einen rechten Ventrikel. Der rechte Ventrikel ist wegen der Lungen und des Bluttransportes und nicht zur Ernährung der Lungen vorhanden (40,31: *et hoc modo dextrum ventriculum pulmonum causa, & ob translationem sanguinis, non ob nutritionem duntaxat dicendum*).

40,28-30: *natura tamen [...] coacta fuit*: neuerlich aristotelisch gefärbte teleologische Betrachtungsweise.

40,33-38: *quando quidem [...] omnino est existimare*: es ist nicht zu erwarten, dass die Lungen zu ihrer Ernährung mehr Blut und *spiritus* (er kommt nach Galen vom linken Ventrikel über die *arteria venosa* zur Lunge) benötigen, als die „edlen“ Organe, wie sie das Gehirn, die Augen und das Herz darstellen.

Kapitel 8

In diesem Kapitel, also an prominenter Stelle in der Mitte der Schrift, wird erstmals der Grund der bislang geschilderten Fakten postuliert. Harvey ist sich der Tragweite seiner Aussage bewusst und vergleicht sie mit der Überschreitung des Rubico durch Caesar und dem Beginn des Bürgerkrieges (41,14: *iacta est alea*). Harvey hat zweifellos einen Bürgerkrieg in der *medical community* ausgelöst, der heftig geführt wurde,¹⁶⁰ aus dem er aber als Sieger hervorgehen sollte. Der Ausgang des wissenschaftlichen Disputs war nicht sicher, musste Harvey doch mit der Opposition der bedeutendsten Anatomen rechnen. Die Anspielung auf

¹⁶⁰ Siehe meinen Aufsatz: William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* im Diskussionsfeld der zeitgenössischen Kritik, in: Acta Conventus Neolatini Vindobonensis. Proceedings of the 16th International Congress of Neolatin Studies, Leiden 2018, 615-628.

das nicht vorhersehbare Ergebnis geworfener Würfel mag das andeuten, wie auch schon Livius bemerkt hat (Livius 1.23. *in dubiam imperii servitiique aleam imus* (wir gehen das zweifelhafte Würfeln um Herrschaft oder Knechtschaft ein). Um seine Position zu stärken, bezieht er sich neuerlich auf die alten medizinischen Autoritäten und setzt seine Hoffnung, wie schon in der Dedikation an John Argent, auf die Liebe zur Wahrheit seiner Kollegen (41,14: *spes mea in amore veritatis*) und die Macht der rechten wissenschaftlichen Erkenntnis. Obwohl die Kapitelüberschrift vorgibt, es werde über die Menge des Blutes, welches von den Venen in die Arterien übertritt, gehandelt, erfolgen die entsprechenden quantitativen Überlegungen erst im folgenden Kapitel. Dienten die Kapitel 1 – 7 der Hypothesengeneration, wird in diesem Abschnitt die Hypothese präsentiert und in den nächsten Kapiteln 9 – 13 getestet und bestätigt. Das Kapitel endet mit einer Vorwegnahme der Beschreibung des Blutkreislaufs im 14. Kapitel, wobei sich auch die Satzstruktur und Wortwahl nahe kommen.

41,3-8: *hucusque de transfusione [...] assentiri se dicant*: die bislang aus eigenen Beobachtungen Harveys, aber auch schon Galens und Colombos abgeleitete Erkenntnis, dass das Blut von den Venen über die Lungen in die Arterien übertritt, sollte durch die Autorität besonders Galens von den anatomischen Kollegen eher angenommen werden.

41,8-15: *nunc vero [...] doctorum animorum candore*: die nun zu führenden Überlegungen bezüglich des Blutvolumens, welche schließlich durch Experimente bestätigt werden, sind so neu, dass große Widerstände nicht nur aus der medizinischen Welt, sondern von der ganzen Menschheit zu erwarten sind (41,11: *sed verear, ne habeam inimicos omnes homines*). Ursache ist die tief eingewurzelte Gewohnheit, eine etablierte Lehre bewahren zu wollen.

41,14: *utcumque iam iacta est alea*: im Bewusstsein der Bedeutung seiner Erkenntnisse zitiert Harvey Sueton (*Iul. Caesar 32: tunc Caesar: „Eatur“, inquit, „quo deorum ostenta et inimicorum iniquitas vocat. iacta alea est“, inquit* (darauf sprach Caesar: „Man soll dorthin gehen, wohin die Zeichen der Götter und die Ruchlosigkeit der Gegner rufen. Die Würfel sind gefallen.“)¹⁶¹ und wird nach heftigen Auseinandersetzungen mit seinen Aussagen zur Kreislaufphysiologie eine mehr als tausendjährige medizinische Tradition ersetzen.

¹⁶¹ Caesar selbst zitiert einen Vers von Menander, der bei Athenaios überliefert ist. Athenaios 13,599 e: δεδόμενον τὸ πρᾶγ' ἀνερίφθω κύβος (die Sache ist beschlossen, der Würfel sei geworfen).

41,15-28: *sane cum copia [...] ventriculum regrederetur*: Zur Struktur dieser langen Periode siehe Kapitel 7.2.

Harvey zählt noch einmal die in den vorgehenden Kapiteln detailliert diskutierten anatomischen Argumente zum Blutfluss auf. Auch das schon wiederholt in dieser extrem fachwissenschaftlichen Partie aufgeführte teleologische Argument, die Natur mache nichts umsonst, wird wieder genannt (41:18: *cum natura nihil faciens frustra*) und wird damit in gewisser Weise zum literarischen Topos. Harvey schließt auf Grund der Größe der Gefäße, dass eine große Blutmenge in kurzer Zeit transportiert werden muss. Dieses Blut kann aber nicht durch die Pfortader aus dem Nahrungsbrei ergänzt werden (41,24: *nec suppeditare ingesti alimenti succum potuisse*). Dieses Argument wird Harvey in den folgenden Kapiteln mehrfach anführen, da die Konsequenz einer kontinuierlichen Blutzufuhr aus dem Darm in den von ihm postulierten Kreislauf schwer abzuschätzen war und einen theoretischen Angriffspunkt für seine Gegner bot: kommt viel Blut über die Pfortader in die *vena cava* ist kein Kreislauf des Blutes notwendig, um eine Entleerung der Venen beim Abstrom des Blutes in die Lunge und das Herz zu verhindern. Es bedurfte aber auch einer Erklärung, warum die Blutmenge im Kreislauf nicht ständig durch den Zustrom aus der Pfortader zunimmt und es zu keiner Ruptur der Venen und Arterien kommt.¹⁶²

41,29-42,2: *coepi egomet [...] ut ante dictum est*: Formulierung der Kreislaufhypothese auf Grund der bisherigen anatomischen und physiologischen Überlegungen Harveys und seiner Vorgänger.

Harveys Methode, eine Hypothese auf Grund von hypothesengenerierenden Experimenten zu formulieren, ist ein absolut neuer Aspekt in den medizinischen Wissenschaften, der sich bei seinen Vorgängern aber auch Zeitgenossen nicht findet. Dieses Herangehen an ein naturwissenschaftliches Problem entspricht den Forderungen einer modernen Wissenschaft, wie sie von Francis Bacon beschrieben wurde: z. B.: *Novum Organon I a18: ut vero ad interiora et remotiora naturae penetretur, necesse est ut tam notiones quam axiomata magis certa et munita via a rebus abstrahantur* (damit man in das Innere und Entferntere der Natur eindringt, ist es notwendig, dass sowohl Vorstellungen als auch Lehrsätze durch den sichereren und begründeteren Weg von den Dingen abgeleitet werden), *Novum Organon I a117: ex operibus et experimentis causas et axiomata, atque ex causis et axiomatibus rursus nova opera et experimenta (...) extrahamus* (dass wir aus den Werken und Experimenten die

¹⁶² Der Grund liegt in der Regulation des Blutvolumens unter anderem durch die Nieren.

Ursachen und Lehrsätze und aus den Ursachen und Lehrsätzen wiederum neue Werke und Experimente ableiten).

Bacons wissenschaftliche Methode basiert auf der systematischen Anwendung und Beschreibung von Experimenten, wie sie in den biologischen und medizinischen Werken von Harveys Zeitgenossen nicht beobachtet werden kann. Harvey betont in seiner Schrift wiederholt die Bedeutung des Experimentes (z. B. schon in der Widmung an John Argent: 8,17 *non ex libris, sed dissectionibus (...) discere*), und ist der Erste, der sie systematisch zur Prüfung einer Hypothese anwendet.

41,30: *quam postea veram esse reperi*: die Beweisführung folgt in den nächsten Kapiteln.

42,3-8: *quem motum [...] accessu, & recessu*: Vergleich des Blutkreislaufes mit dem Kreislauf des Wassers, wie ihn Aristoteles im 9. Kapitel des ersten Buches (*Mete.* 346b16 – 347a12) seiner Meteorologie beschrieben hat. Die Passage entspricht weitgehend dem griechischen Text. (z. B.: *Mete.* 346b23: μενούσης δὲ τῆς γῆς, τὸ περὶ αὐτὴν ὑγρὸν ὑπὸ τῶν ἀκτίνων καὶ ὑπὸ τῆς ἄλλης τῆς ἄνωθεν θερμότητος ἀτμιδοῦμενον φέρεται ἄνω (die Erde ist in Ruhe und das sie umgebende Wasser wird durch die Sonnenstrahlen und die andere Wärme der höheren Regionen verdampft und nach oben getragen), *Met.* 346b29: συνίσταται πάλιν ἡ ἀτμίς ψυχομένη διὰ τε τὴν ἀπόλειψιν τοῦ θερμοῦ καὶ τὸν τόπον, καὶ γίνεται ὕδωρ ἐξ ἀέρος· γενόμενον δὲ πάλιν φέρεται πρὸς τὴν γῆν (der Wasserdampf kondensiert wieder, wenn er durch das Nachlassen der Wärme und den Ort abkühlt, und es wird aus Luft Wasser: ist Wasser entstanden, wird es wieder auf die Erde verbracht), *Mete.* 346b35: γίνεται δὲ κύκλος οὗτος μιμούμενος τὸν τοῦ ἡλίου κύκλον (dieser Kreislauf erinnert an den Kreislauf der Sonne).

42,9-17: *sic verisimiliter [...] pulsus cordis dependere*: Harvey gleicht seine Kreislaufvorstellungen der aristotelischen Vorstellung weitgehend an. Es ist wie beim Wasserkreislauf die Wärme die treibende Kraft: dort die der Sonne, hier die des Herzens. Mit der Verwendung des Adjektivs *vaporosus* (42,10) für das durch das Herz erwärmte Blut gebraucht Harvey sogar ein Vokabel aus der Meteorologie, welches dem aristotelischen ἀτμιδοῦμενον (346b25) entspricht. Der ganze Abschnitt ist von der aristotelischen Lehre von der Kochung des Blutes geprägt (siehe oben).

42,18-24: *ita cor principium vitae & sol [...] causa finali speculabimur*: etwa in der Mitte des 8. Kapitels, also in der Mitte der gesamte Schrift, nimmt Harvey den Vergleich des Herzens mit der Sonne wieder auf und gestaltet ihn gleichsam als Loblied des Herzens.¹⁶³ Über die *causa finalis* (42,23 Zweckursache) wird er in den letzten Kapiteln der Schrift sprechen, für den Nachweis des Blutkreislaufs spielt dieser Begriff aus der aristotelischen Teleologie in der wissenschaftlichen Methode Harveys keine Rolle.

42,25-35: *hinc cum venae sint viae [...] haec coctum, perfectum, alimentivum*: der letzte Absatz des Kapitels geht auf die Differenzierung von Venen und Arterien ein. Es ist für Harvey die Richtung des Blutflusses, die bestimmend dafür ist, ob etwas als Vene oder Arterie bezeichnet werden soll. Sein Prinzip ist eine Abwendung von der herkömmlichen Nomenklatur, welche von den antiken Anatomen, besonders von Galen, geprägt wurde. Auch der Bau der Gefäßwand sei nach Harvey kein Unterscheidungsmerkmal. Darin irrt er aber – auch die kleinsten Arterien haben einen von den Venen unterschiedlichen Aufbau –, was allerdings nur mit dem Mikroskop erkannt werden kann.

Die Satzstruktur ist anakoluthisch und weist mehrere Einschübe auf, welche das Verständnis des Satzbaues erschweren. Der Satz geht zudem von der nicht explizit ausgesprochenen Tatsache aus, dass ein Kreislauf des Blutes vorliegt (42,30: *arteria, vas est differens sanguinem, e corde in habitum corporis: illa sanguinem ab habitu rursus in cor; haec, via a corde; ad cor usque, illa* (die Arterie ist das Gefäß, welches das Blut vom Herzen in den Bau des Körper bringt, jene (die Vene) bringt es wieder vom Körper in das Herz zurück; dieses ist ein Weg vom Herzen weg, jene führt wieder zum Herzen), was allerdings erst in den nächsten Kapiteln nachgewiesen werden wird. Die Verwendung von *haec – illa* zeigt Anklänge an das 14. Kapitel, in welchem die neue Lehre vom Blutkreislauf vorgelegt wird.

42,26: *non ratione lateris (ut Aristoteles) sed officio*: Anspielung auf *De Partibus Animalium* des Aristoteles. Dieser hat die Qualität der Gefäße, die ihren Ursprung im rechten Herzen haben, von der des linken Herzens hinsichtlich des Aufbaus und des enthaltenen Blutes unterschieden: PA 66b25: *διὰ δὲ τὸ τὰς ἀρχηγούσας φλέβας δύο εἶναι, τὴν τε μεγάλην*

¹⁶³ Im Jahre 1656 wird Guernerus Rolfincius Harvey als neuen Kolumbus im Meer des Mikrokosmos beschreiben, der den Weg für neue Erkenntnisse eröffnet hat: *Guernerus Rolfincius, Dissertationes Anatomicae Methodo Synthetica exaratae sex Libris comprehensae, Nürnberg 1656, 838: Novus ille Columbus, Harveus, in microcosmi Oceano, corde, venis & arteriis itidem vias invenit, quae nos ducunt in opulentissima novarum profundarum scientiarum regna* (Harvey, jener neue Kolumbus, hat im Ozean des Mikrokosmos, im Herzen, den Venen und den Arterien ebenso Wege gefunden, welche uns in das kostbarste Reich neuer und tiefer Wissenschaften führen).

καλουμένην καὶ τὴν ἀορτὴν, ἑκατέρας δ' οὔσης ἀρχῆς τῶν φλεβῶν, καὶ διαφορὰς ἔχουσῶν (da es zwei Ursprungsgefäße gibt, die sogenannte große Vene (i. e. *vena cava*) und die Aorta. Jede von ihnen ist der Ursprung von Gefäßen, welche sich von einander unterscheiden), PA 667b31: δὺς δ' εἰσὶ διὰ τὸ τὰ σώματα εἶναι διμερῆ τῶν ἐναίμων καὶ πορευτικῶν (es sind zwei Gefäße, da der Körper von bluthältigen Lebewesen, die sich bewegen, zweigeteilt ist), PA 666b35: τούτων δὲ πλεῖστον μὲν αἷμα καὶ θερμότατον ἔχουσιν αἱ δεξιάι (διὸ καὶ τῶν μερῶν θερμότατον τὰ δεξιά), ἐλάχιστον δὲ καὶ ψυχρότατον αἱ ἀριστεραί (von diesen haben das meiste und wärmste Blut die rechten Gefäße (deshalb sind auch die rechten Körperteile am wärmsten), das geringste und kälteste die linken Gefäße).

Kapitel 9

William Harvey hat auf Grund von eigenen anatomischen Beobachtungen und der seiner Vorgänger die Existenz eines Kreislaufs des Blutes gefordert. Diese Überlegungen wurden in den vorhergehenden Kapiteln ausführlich dargestellt. In den nun folgenden Kapiteln 9 bis 13 wird diese Hypothese durch systematische Experimente verifiziert. Es werden zu diesem Zweck drei Annahmen vorgelegt, deren Bestätigung die Existenz eines Kreislaufs des Blutes beweist.

1. Die zirkulierende Blutmenge ist größer, als durch den Blutzufluss aus den Eingeweiden über die *vena portae* in die *vena cava* erklärt werden könnte (dieses Blut entsteht aus der in den Eingeweiden verarbeiteten Nahrung).
2. Es gelangt mehr Blut in die einzelnen Teile des Körpers, als der Blutzufluss aus den Eingeweiden.
3. Das Blut gelangt über die Venen aus dem Körper zum Herzen zurück.

Die erste Frage wird durch Bestimmung des in der Zeiteinheit zirkulierenden Blutvolumens (Kapitel 9 und 10), die zweite und dritte durch systematische Ligaturen von Gefäßen (Kapitel 11 und 12) – Venen wie Arterien – und durch anatomische Aspekte (Kapitel 13: die Ausrichtung der Venenklappen) positiv beantwortet.

Für den Aristoteliker Harvey ist es ein bemerkenswerter Schritt, dass er in physiologische Betrachtungen quantitative Aspekte einführt, die auch eine entscheidende Rolle in der Wahrheitsfindung haben. Aristoteles selbst hat die Mathematik für ungeeignet zur Betrachtung der Natur erachtet: *Metaph.* 995a14: τὴν δ' ἀκριβολογίαν τὴν μαθηματικὴν οὐκ

ἐν ἅπασιν ἀπαιτετέον, ἀλλ' ἐν τοῖς μὴ ἔχουσιν ὕλην. διόπερ οὐ φυσικὸς ὁ τρόπος· ἅπαντα γὰρ ἴσως ἢ φύσις ἔχει ὕλην (die mathematische Genauigkeit ist nicht in allen Gegenständen zu fordern, sondern nur für die stofflosen. Deshalb ist sie keine Methode für die Naturerforschung, denn jedes natürliche Gebilde besitzt Stoff). Dieses 9. Kapitel ist ein Dokument der ersten systematischen quantitativen Untersuchungen in der Anatomie und Physiologie und von entscheidender Bedeutung für die Entdeckung des Blutkreislaufs.

43,4-7: *sed ne verba dare [...] rem palam esse arbitror*: die Diktion der Schrift ändert sich mit dem Beginn des 9. Kapitels, es nimmt einen modern-wissenschaftlichen Charakter an. Harvey will nicht mehr nur argumentieren (43,4: *verba dare*), sondern durch die systematische Testung von Hypothesen (43,5: *tria confirmanda veniunt*) die Zirkulation des Blutes nachweisen (43,6: *quibus positis [...] veritatem, & rem palam esse arbitror*).

43,8-16: *primum continue & continenter [...] ad cordis locum*: Darstellung der drei zu testenden Hypothesen (siehe oben).

43,17-19: *his positis [...] manifestum puto fore*: neuerliche Vorwegnahme des Ergebnisses der folgenden Untersuchungen. Der Satz weist Ähnlichkeiten zur Darstellung des Kreislaufs im Kapitel 14 auf.

43,20-44,12: *supponamus [...] similiter per pulmones*: Quantifizierung des Schlagvolumens und der Auswurfraction des Herzens.¹⁶⁴ Mit der erstmaligen Anwendung physikalischer und mathematischer Hilfsmittel in der Physiologie geht Harvey neue, bislang unbekannte Wege in den biologischen Wissenschaften. Er grenzt sich damit entscheidend von seinen Vorgängern ab und kann deren Einwände mit dieser quantifizierenden Methode leicht entkräften.

Für die von Harvey verwendeten Maße sind folgende quantitative Beziehungen (Quelle: wikipedia) anzunehmen:

Maße:

Unze: ~30g

Drachme: ~3,4g

¹⁶⁴ Unter Schlagvolumen versteht man die Menge Blutes, die bei einer Kontraktion des Ventrikels ausgeworfen wird. Die Schlagvolumina der beiden Ventrikel sind in etwa gleich groß. Die Auswurfraction ist der Anteil des in der Diastole im Ventrikel befindlichen Blutes, der ausgeworfen wird.

Scrupel: ~20g

Libra: ~325g

Daher errechnet sich ein Schlagvolumen von ca. 15ml für den Menschen und ein Herzminutenvolumen¹⁶⁵ von 1,5 Liter bei einer Herzfrequenz von 100/min. Diese Werte sind viel zu niedrig, das Schlagvolumen liegt bei etwa 70 – 100 ml und das Herzminutenvolumen bei ca. 5 – 6 Liter. Auch die Auswurfraction von knapp 20% bis 25% ist zu niedrig angesetzt, es beträgt beim gesunden Menschen >55%. Für den Argumentationsgang Harveys spielen diese quantitativen Fehler allerdings keine Rolle.

Die in einer halben Stunde zirkulierende Blutmenge macht in etwa 150 – 200 Liter aus und übersteigt bei weitem die im Gefäßsystem vorhandene Blutmenge von 5,6 Liter bei einem 70 kg schweren Menschen¹⁶⁶ (44,3: *maiori semper copia quam in universo corpore contingat reperire*). Die Angaben zur Blutmenge beim Schaf mit 4 Libren, also 1,3 Litern, entspricht einem realistischen Wert, er konnte von Harvey auch leichter gemessen werden.

44,13-16: *sed esto [...] in venis simul contineri*: Die große zirkulierende Blutmenge von mehr als 100 Liter in einer halben Stunde ist nur möglich unter der Annahme einer Kreisbewegung des Blutes. Diese Menge kann unmöglich durch die Nahrung zugeführt werden. Harvey betont diesen Aspekt in seinem Werk mehrfach, da die klassische, auf Galen basierende Lehre von der Produktion des Blutes in den Eingeweiden und der Leber ausgeht.¹⁶⁷ Die von Harvey kalkulierte Blutmenge kann aber dadurch nicht bereitgestellt werden.

44,17-33: *nec est dicendum [...] esse de venis in arteriis*: das von den Ventrikeln ausgeworfene Blut muss natürlich in gleicher Menge wieder ergänzt werden. Dass durch die Kontraktion der Ventrikel immer Blut ausgeworfen wird, wurde durch die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebene Vivisektion nachgewiesen. Die in diesem Abschnitt angeführten quantitativen Betrachtungen entsprechen den bereits zuvor gemachten. Es ist typisch für Harvey, seine Aussagen in unnötiger Weise mehrfach zu wiederholen.

¹⁶⁵ Das Herzminutenvolumen errechnet sich aus dem Schlagvolumen und der Herzfrequenz (Ventrikelkontraktionen pro Minute): Herzminutenvolumen = Schlagvolumen x Herzfrequenz.

¹⁶⁶ Ganong's Review of Medical Physiology, New York 2010, 507-522.

¹⁶⁷ Galen, *In Hippocratis Librum de Alimento Commentarius II*, K XV 238,7: *quia sanguis totus ex iecore principium ducit* (da das gesamte Blut aus der Leber seinen Ursprung nimmt), *In Hippocratis Librum de Alimento Commentarius IV*, K XV 387,8: *secundum autem praestant venae ex iecore in ventrem pertinentes, in quibus primis sanguis gignitur* (zweitens sind die Venen, die aus der Leber zum Magen führen dienlich, in ihnen entsteht zuerst das Blut).

44,34-36: *sed quantum in unoquoque [...] forsan palam fiet:* die Ursachen der Variation des Schlagvolumens wird in den Kapiteln 15 bis 17 besprochen.

44,37-45,5: *interim in hoc scio [...] animi pathemata, & similia:* Variationen der Herzfunktion durch physiologische und pathologische Einflüsse waren seit der Antike bekannt.

45,6-9: *verum enimvero [...] per circuitum facto:* neuerlich Hinweis, dass das zirkulierende Blutvolumen nicht durch den Zufluss aus der Pfortader, sondern nur durch das Vorhandensein eines Blutkreislaufs erklärt werden kann.

45,10-14: *hoc etiam palam [...] venis quam arteriis exhaustam fore:* Bestimmung des Blutvolumens durch Eröffnung der Aorta oder auch einer kleineren Arterie durch Ausbluten. Welche Stelle bei Galen Harvey hier meint, ist nicht ganz klar.¹⁶⁸ Am ehesten hat sich Harvey aber auf eine Stelle aus *De Usu Pulsuum* bezogen: K V 165,7: *si quis namque, accepto animali quovis ex iis, quibus amplae manifestaeque venae et arteriae sunt, veluti bove, sue, asino, equo, ove, simia, pardali, homine ipso, vel similium aliquo, magnas multasque illi arterias vulneret, universum animalis sanguinem per eas exhauriet. huius rei periculum subinde fecimus* (nimmt man ein Tier mit weiten und deutlich nachweisbaren Gefäßen, z. B. ein Rind, Schwein, Esel, Pferd, Schaf, Affen, Leoparden, selbst einen Menschen oder etwas Ähnliches und verletzt bei ihm viele große Arterien, wird man das gesamte Blut des Tieres durch diese entleeren. Versuche dieser Art haben wir wiederholt durchgeführt).

45,15-19: *similiter Laniones [...] brevi contingere:* Illustration der Konsequenzen der Eröffnung einer Halsschlagader bei der Schlachtung und bei medizinischen Eingriffen.

45,20-31: *nec perstringit [...] ex ante dictis patet:* die Eröffnung von Venen führt nicht so schnell zu einer Ausblutung, da diese Gefäße wegen ihrer Wandstruktur leicht kollabieren und auch die Venenklappen (siehe 13. Kapitel) ein Hindernis für den Blutaustritt darstellen. Wenn durch Eröffnung allein einer Arterie das Blut ausfließt, entleeren sich natürlich auch die Venen (45,28: *quam cito omnem sanguinem e toto corpore, tam venis, quam arteriis contingit inanire*).

¹⁶⁸ Furley F., D., Wilie, J., S., Galen. On respiration and the arteries, Princeton 1984, 274.

45,31-33: *sed ligando Aortam [...] non contingit dubitare*: erstes Experiment mit einer Ligatur: durch Verhinderung des Blutflusses in der Aorta durch das Anlegen einer Ligatur wird auch der Blutstrom in allen Arterien versiegen, in den Venen wird man aber reichlich Blut vorfinden, da es durch die Unterbrechung der Zirkulation nicht mehr zum Herzen transportiert werden kann.

45,34-46,14: *hinc causam aperte [...] adduci possit*: Diskussion des Phänomens, dass *post mortem* Blut wohl in den Venen und im rechten Ventrikel, aber kaum in den Arterien und im linken Ventrikel gefunden wird und dies wahrscheinlich in der Antike zu der Annahme geführt hat, dass im linken Herzen und den Arterien hauptsächlich *spiritus* enthalten sei. Harvey erklärt diese richtige Beobachtung durch eine Unterbrechung des Blutstroms durch die Lungen bei sistierter Atmung. Da das Herz seine Tätigkeit erst nach Beendigung der Atmung einstellt,¹⁶⁹ trete derselbe Effekt auf, wie bei einer Unterbindung der Lungenschlagader oder der Aorta.

46,15-19: *praeterea hinc patet [...] sedari & cohiberi*: Erörterung physiologischer und pathophysiologischer Aspekte des Blutflusses: bei kräftiger Herzfunktion erfolgt die Blutentleerung schneller als in Schwächezuständen.¹⁷⁰

46,20-25: *hinc etiam est [...] exhaurire inde poterit*: bei fehlendem Blutfluss kann auch unmittelbar *post mortem* nur schwer Blut aus den Gefäßen entnommen werden.

46,26-28: *denique hinc de Anastomosi [...] in illa disquisitione iam sum*: Andeutung über den Ort der Verbindung der Arterien und Venen. Bereits Galen hat die Existenz von Anastomosen beschrieben,¹⁷¹ wobei er allerdings den Blutübertritt in beide Richtungen zuließ. Die von Harvey angesprochenen Untersuchungen wurden nicht publiziert.

¹⁶⁹ Typisch aristotelische Anschauung, siehe z.B. auch 39,23, 40,28, 41,18.

¹⁷⁰ Physiologische und pathophysiologische Variationen der Pulstätigkeit und somit des Blutflusses wurden von Galen im 7. Kapitel von *De Usu Pulsuum* (K V 173-179) beschrieben.

¹⁷¹ Von der Existenz einer Verbindung zwischen Arterien und Venen (Anastomosen), die einen Blutübertritt ermöglichen, spricht Galen mehrfach in seinen Werken: z. B. *De Usu Partium* K III 494: *porro arteriarum ad venas anastomoses non sine causa neque frustra paravit natura, sed ut respirationis ac pulsuum utilitas non cordi soli atque arteriis, sed venis etiam distribueretur* (die Natur hat die Verbindungen der Arterien zu den Venen nicht grundlos und auch nicht ohne Zweck eingerichtet, sondern dass der Nutzen der Atmung und des Pulses nicht nur allein dem Herzen und den Arterien, sondern auch den Venen mitgeteilt wird). Der Blutfluss erfolgt allerdings für Galen über diese Anastomosen in beide Richtungen, abhängig vom Dehnungszustand der Arterien: *De Usu Pulsuum* K V 165,15: *quippe per hos transitus arteriae dilatae ex venis trahunt, contractae contra in eas regerunt* (über diese Verbindungen ziehen die gedehnten Arterien (s.c. das Blut) aus den Venen, sind sie kontrahiert, schaffen sie es wieder in diese zurück).

Kapitel 10

In diesem Abschnitt werden Einwände durch Kalkulationen und Experimente mit Gefäßligaturen im Tierexperiment verworfen. Es geht wieder um das Problem der Blutproduktion in den Eingeweiden. Durch quantitative Betrachtung können diese als völlig abstrus abgetan werden. Durch die Ligaturversuche zeigt Harvey die Richtung des Blutflusses auf.

46,33-47,4: *hactenus primum suppositum [...] & sanguis regrediatur:* mit der Aufzählung der angewandten Methoden – Kalkulation, Experiment, Autopsie – sind die zentralen Punkte der harveyschen Naturwissenschaft genannt. Der neue, zentrale Aspekt ist die Kalkulation (46,33: *res ad calculum revocetur*) und wird demgemäß auch als erster Punkt angeführt. Zum Problem der intestinalen Blutproduktion (47,1: *maiori copia continue, quam ab alimento suppeditari possit*) siehe oben Kapitel 9.

47,5-12: *verum si quis hic dicat [...] remittere constat:* Entkräftung des Arguments einer Blutzufuhr aus den Eingeweiden in der Menge, dass eine Zirkulation des Blutes nicht notwendig sei. Wenn man annimmt, dass eine gleiche Menge Blutes produziert und dem Gefäßsystem zugeführt wird, wie die Milchproduktion einer Kuh oder stillenden Mutter ausmacht, würde dieses Quantum bei weitem nicht die Größenordnung der zirkulierenden Blutmenge erreichen. Nimmt man den (allerdings zu niedrigen) Wert von 1,5 Liter pro Minute für das Herzminutenvolumen, ergibt sich für die täglich zirkulierende Blutmenge von $1,5 \text{ L} \times 1440 = 2160 \text{ Liter}$; d. h.: nimmt man an, dass eine Kuh 10 Kongien¹⁷² an Milch pro Tag produziert, ergibt dies „nur“ knapp 33 Liter. Allein durch quantitative Überlegungen kann somit dieses alte, auf Galen zurückführbare Argument elegant entkräftet werden.

47,13-22: *sin vero nondum [...] secundum naturam constituto:* Der fiktive Einwand besteht darin, dass diese große Menge an Blut wohl bei einer Verletzung einer Arterie ausfließen kann, nicht aber bei intakten Gefäßen zirkuliere. Auch dieses Argument wird durch quantitative Überlegungen verworfen: das Schlagvolumen ist bei intakten und eröffneten Gefäßen immer gleich und somit auch das zirkulierende Blutvolumen.

47,23-48,11: *sed in serpentibus [...] magnitudine pulsu redire:* detailreiche Beschreibung von Ligaturexperimenten an lebenden Schlangen. Harvey verwendet Schlangen, da, wie er

¹⁷² *Congius*: altes Hohlmaß ~3,275 Liter (Quelle: wikipedia).

schon früher bemerkt hat, die Herzaktionen langsamer ablaufen und daher besser zu beobachten sind (47,33: *hic omnia longiora & distinctiora magis sunt*; siehe auch Kapitel 2, p. 21,34). Durch Unterbindung des venösen Blutzufusses über die *vena cava* entleeren sich die Strukturen unterhalb der Ligatur, also das Herz und das abführende Gefäß. Wird hingegen die Arterie ligiert, schwillt das Herz an, da das Blut nicht weiter transportiert werden kann.

48,12-14: *ecce iam duo sunt [...] in corde confirmare*: aristotelische Vorstellung vom Tod, wie sie in den *parva naturalia* dargestellt ist: der Tod kann demnach durch zwei Phänomene eintreten, durch Ersticken und durch Auslöschchen. Ein Ersticken tritt auch bei einem Übermaß an Wärme ein: *Juv.* 469b18: ἀνάγκη τοίνυν ἅμα τό τε ζῆν ὑπάρχειν καί τήν τοῦ θερμοῦ τούτου σωτερίαν, καί τὸν καλούμενον θάνατον εἶναι τήν τούτου φθοράν. ἀλλά μὴν πυρός γε δύο ὁρῶμεν φθοράς, μάρανσίν τε καί σβέσιν. 469b27: ὅτε δὲ μαραίνεσθαι συμβαίνει, πλείονος ἀθροισμένου θερμοῦ διὰ τὸ μὴ ἀναπνεῖν μηδὲ καταψύχεσθαι (469b18: notwendigerweise ist Leben solange vorhanden, als die Wärme existiert. Der sogenannte Tod ist ein Vergehen der Wärme. Wir sehen aber zwei Arten des Vergehens des Feuers, Ersticken und Auslöschung. 469b27: manchmal tritt ein Ersticken ein, wenn ein Zuviel an Wärme angesammelt wurde durch eine Behinderung der Atmung und der Kühlung). Da das Blut der Träger der Körperwärme ist, kann Harvey dieses Konzept mit Bezug auf den Kreislauf anwenden.

Kapitel 11

In diesem Kapitel stehen Experimente mit Gefäßligaturen im Mittelpunkt, wodurch die Flussrichtung des Blutes in den Arterien respektive den Venen geklärt werden konnte. Durch diese Erkenntnis lag die Forderung nach der Existenz eines Blutkreislaufes auf der Hand. Den endgültigen Beweis – das Vorhandensein von Verbindungen (Anastomosen) zwischen den beiden Gefäßgebieten – konnte Harvey nicht erbringen, da ihm das Mikroskop noch nicht zur Verfügung stand. Er hat aber ihr Vorhandensein auf Grund seiner Experimente gefordert. Auch dieses Kapitel zeichnet sich durch eine gewisse Redundanz aus, die entscheidenden Aussagen werden in nur geringen, für den Argumentationsgang unbedeutenden Variationen mehrfach wiederholt.

48,16: *secundum suppositum confirmatur*: die Kapitelüberschrift suggeriert, dass die zweite, am Anfang des 9. Kapitels (42,11) formulierte These – Blut werde kontinuierlich und ohne Unterbrechung von der *vena cava* in die Arterien in einer Menge transportiert, die durch die

Blutmenge, die durch die Ernährung entsteht, nicht bereitgestellt werden kann – bestätigt werde. Das ist allerdings nur bedingt der Fall. Die Größe des Blutflusses aus der Nahrung konnte Harvey nicht direkt bestimmen. Schon im letzten Kapitel hat er aber Abschätzungen vorgelegt, die die quantitativen Verhältnisse widerspiegeln. Im Zentrum der Betrachtung liegt die Bestimmung der Flussrichtung des Blutes in den beiden Gefäßbezirken.

48,17-26: *secundum confirmandum [...] manifestum fiat*: Konkretisierung der durch Experimente zu klärenden Fragestellung: es ist die Bestimmung der Flussrichtung des Blutes (48,18: *ex quibus patet sanguinem in quodcumque membrum per arterias ingredi & per venas remeare*).

48,22-23: *per Anastomosin immediate, vel mediate per carnis porositates*: bezüglich der Beschreibung von Gefäßanastomosen, siehe Kapitel 9 (46,26). Als eine Alternative zu Anastomosen diskutiert Harvey die Porösität des Fleisches: die Arterien enden demnach nach mehrfacher Aufzweigung im Parenchym des Muskels und geben dort das Blut ab, welches von den kleinen Venen wieder aufgenommen wird.

48,24: *unde in circuitu moveri [...] manifestum fiat*: neuerliche Vorwegnahme des Ergebnisses, wie es mit ähnlichen Worten (48, 25: *illinc huc, & hinc, illuc*) im 14. Kapitel präsentiert werden wird (58,16-18: *illinc [...] hinc [...] illuc [...] illinc*).

48,27-29: *postea quin etiam [...] ad nutritionem necessario requiratur*: die hier angekündigte Verwerfung des galenischen Konzepts der Blutzufuhr durch die Portalgefäße durch Kalkulation erfolgte bereits im vorhergehenden Kapitel und wird hier nicht mehr ausgeführt.

48,30-49,2: *simul etiam de ligaturis [...] usui sunt*: in diesem Kapitel wird die Wirkung von Gefäßligaturen besprochen. Es war bekannt, dass Ligaturen von moderater Strenge zu einer Schwellung der distal davon gelegenen Extremitätenabschnitte führen, sie „ziehen“ Flüssigkeit an (48:30: *ligaturae attrahunt*) und führen so zu einer Schwellung. Eine Schwellung wird auch bei physikalischen Einwirkungen, wie Wärme oder Verletzungen (Schmerzen) und Vakuum (Schröpfköpfe), beobachtet. Der Grund dafür ist aber jeweils ein anderer. Ligaturen wurden und werden in der Medizin auch aus therapeutischen Zwecken angewendet: durch strenge Ligaturen wird der Blutfluss vollständig unterbrochen und das

distal davon gelegene Gewebe stirbt ab. Dies wurde bei Gewächsen und Kastrationen angewandt. Eine moderate Ligatur wurde beim Aderlass angelegt.

49,3-6: *enim vero [...] aliquid adiumenti afferant*: die unterschiedliche Wirkungsweise beider Ligaturen war vor Harvey nicht geklärt. Im *Corpus Galenicum* gibt es eine Vielzahl von Hinweisen auf die therapeutische Anwendung von Ligaturen besonders beim Aderlass.

49,7: *ligatura alia stricta est, alia mediocris*: es gibt zwei Typen von Ligaturen, strenge und moderate, die sich in der Stärke, mit der sie zugezogen werden, unterscheiden.

In den folgenden Passagen werden Erklärungen der geschilderten Phänomene geboten, die nur unter dem Wissen der Existenz einer Blutzirkulation möglich sind. Es ist zu bedenken, dass umgekehrt Harvey aus den Beobachtungen auf das Vorhandensein eines Kreislaufs geschlossen hat.

49,8-14: *strictam ligaturam dico [...] post ea decidere, videmus*: eine strenge Ligatur führt zu einer Kompression der Arterien und unterbindet somit völlig den Blutfluss unterhalb der Ligatur, es kann kein Puls mehr gefühlt werden. Wird sie nicht gelöst, kommt es zum Absterben der distal davon gelegenen Strukturen.

49,15-19: *mediocrem vero dico ligaturam [...] in phlebotomia fiat ligatura*: eine moderat angelegte Ligatur behindert den arteriellen Fluss nicht (der Puls bleibt weiter fühlbar), wohl aber den venösen Abfluss, sodass es zu einer Hypervolämie der distal der Ligatur gelegenen Abschnitte kommt, es tritt eine Schwellung der Gliedmaßen und besonders auch der Venen ein, sodass sie leicht punktiert werden können. Dies wird beim Aderlass angewendet. Die auslösende Ursache der Schwellung wurde als *attractio* (49,17) bezeichnet.

49,20-25: *iam experimentum fiat [...] ibi evidentiora apparebunt*: Harvey beschreibt in der Folge Experimente mit den beiden Arten von Ligaturen beim Arm eines Menschen. Die Ligatur wird am Oberarm, oberhalb der Ellenbeuge angelegt. Schlanke Probanden eignen sich besser, da die Venen besser sichtbar und der Puls leichter getastet werden kann. Harvey beschreibt somit exakt die Vorbereitung und Rahmenbedingungen für seine Experimente. Auch dies ist ein neuer Aspekt, wie er in der zeitgenössischen medizinischen Literatur sonst nicht begegnet.

49,26-35: *facta itaque stricta ligatura [...] nihil vero attrahitur in eam:* Beschreibung der Auswirkung einer festen Ligatur. Da die Arterie im Bereich der Ligatur vollständig komprimiert ist, kann distal kein Puls mehr getastet werden, oberhalb der Ligatur dehnt sich die Arterie durch das andrängende Blut etwas auf. Da kein Blut mehr in die Gliedmaße gelangt, kühlt sie etwas ab. Eine Schwellung tritt nicht auf, da ja kein Blut mehr zugeführt wird.

49,36-50,6: *postquam per aliquod spatium [...] commemorata causa:* die Spannung der Ligatur wird nun auf ein moderates Maß nachgelassen. Da nun der arterielle Einstrom wieder möglich, der venöse Abstrom aber weiter behindert ist, kommt es zur Schwellung der Venen und auch der gesamten Extremität distal der Ligatur, die Haut verfärbt sich wegen der entstandenen Hyperämie. Blut wurde sozusagen „angezogen“ (50,4: *multam copiam sanguinis affatim attractam esse*).

50,5: *fuga vacui:* in der aristotelischen Philosophie war ein stoffloser Raum (Vakuum) nicht möglich.¹⁷³ Diese Lehre wurde in der Scholastik zum Konzept des *horror vacui* ausgeformt.¹⁷⁴

50,7-14: *si quis diligenter [...] manum & distendi:* beim Nachlassen der Strenge der Ligatur wird das Blut anfänglich durch das verengte Gefäßlumen in turbulenter Strömung einströmen. Dies ist spürbar, aber auch hörbar (Krotokowsche Geräusche) und wurde von Riva-Rocci¹⁷⁵ zur unblutigen Blutdruckmessung herangezogen. Mit dem Bluteinstrom erwärmt sich der Arm wieder.

50,15-20: *quemadmodum in stricta ligatura [...] venas distendi conspicies:* wie oben beschrieben, füllen sich bei einer moderaten Ligatur die Venen, da ihr Abfluss behindert, der arterielle Zufluss aber intakt ist. Durch Druck auf die Venen kann die Ligatur nicht überwunden werden.

¹⁷³ Die Problematik des leeren Raumes wird im 6.-9. Kapitel des 4. Buches der aristotelischen Physik ausführlich abgehandelt und seine Unmöglichkeit bewiesen: *Ph.* 216a26: καὶ καθ' αὐτὸ δὲ σκοποῦσιν φανεῖν ἂν τὸ λεγόμενον κενὸν ὡς ἀληθῶς κενόν (wenn man das sogenannte Leere rein für sich nimmt, dürfte sich dieses als wahrhaft leere Vorstellung herausstellen).

¹⁷⁴ Henning, Genz, Die Entdeckung des Nichts, München 1994, 90f und http://universallexicon.deacademic.com/170822/Horror_Vacui

¹⁷⁵ Riva-Rocci, Scipione (1863-1937): ital. Mediziner (Quelle: wikipedia).

50,21-33: *ita ex his [...] clare patet:* folgerichtige Konklusion aus den Beobachtungen: die Arterien führen das Blut in den Arm, die Venen leiten es ab.

50,34-51,3: *arteriae vero [...] sanguinem non impediatur:* Wiederholung der unterschiedlichen Auswirkungen der beiden Ligaturen.

51,4-13: *adeo ut sic ratiocinari liceat [...] affatim evanescere videtur:* neuerliche Schlussfolgerung aus den gemachten Beobachtungen. Die übermäßige Blutfülle stammt von dem einfließenden arteriellen Blut. Von den proximal der Ligatur gelegenen Venen kann es nicht stammen, da die Ligatur den venösen Blutfluss unterbricht (nach Lösung der Ligatur entleeren sich zudem die zuvor gefüllten distal gelegenen Venen nach proximal hin, d. h. in zentripetaler Richtung).

51,14-22: *amplius sentiet ipse [...] a conversione sanguinis:* der Rückfluss des zuvor gestauten und dadurch etwas abgekühlten Blutes wird vom Probanden entlang der großen Armvenen bis in die Achselvenen wahrgenommen. Harvey erklärt die nach Lösen einer Ligatur manchmal beobachtete Bewusstlosigkeit (*lipothymia*) durch dieses Phänomen. Aus heutiger Sicht ist diese Erklärung nicht richtig, es handelt sich eher um einen durch die Intervention ausgelösten vaso-vagalen Reflex.

51,14: *carpus:* die Transkription von griech. καρπός ist im Lateinischen zuvor nur einmal nachweisbar (Ps. Soran. *quaest. med.* 52: *carpi [...] dicuntur fines lacertorum;* ThIL III 497).

51,23-32: *praeterea, cum statim [...] simul pene omnes:* neuerliche Konklusion bezüglich der Fließrichtung des Blutes in den Venen und Arterien. Zur Festlegung eines zirkulären Blutflusses muss Harvey die Existenz von Verbindungen (Anastomosen) beider Gefäßbezirke fordern. Er hat es in den vorangehenden Kapiteln schon mehrfach gemacht (siehe oben). Als eine Alternative diskutiert er auch eine freie Durchgängigkeit des Muskelgewebes für Blut. Als Hinweis auf das Vorhandensein von Anastomosen sieht Harvey die Venenverbindungen: von distal beginnend vereinigen sich kleine Venen sukzessive zu immer größeren bis hin zur Achselvene (*vena axillaris*). Deshalb fließt bei der Eröffnung einer gestauten Vene das Blut von allen Venen aus – alle schwellen ab.

51,33-37: *hinc unusquisque [...] distentatur pars necesse est:* redundante Wiederholung der Erklärung für die Hyperämie bei moderaten Ligaturen.

52,1-6: *alias enim [...] demonstrabile est:* Diskussion des Unterschiedes zwischen einer durch physikalische Einflüsse und einer durch eine moderate Ligatur ausgelösten Schwellung. Physikalische Einflüsse führen zu einer Flüssigkeitsansammlung im Gewebe (52,2: *ut impleatur tantum pars*) und nicht zu einer verstärkten Füllung der Venen. Im letzteren Fall kann es sogar zu Gefäßzerreißen kommen (52,5: *vasa disrumpi*).

52,7-14: *insuper & ligatura [...] aut affluxus vestigium appareat:* abermalige Erklärung der Schwellung der distal von moderaten Ligaturen gelegenen Bereiche. Jedenfalls kann sie nicht von den Venen proximal der Ligaturen stammen, da dies die Ligatur verhindert. Dieser Punkt ist für die Festlegung der Flussrichtung in den Venen entscheidend. Folgerichtig schwellen die Venen proximal der Ligatur nicht an, da das Blut zentripetal abfließt.

52,15-20: *sed attractionis [...] attoli necesse est:* der persische Arzt Avicenna (~980 – 1037) erklärt die Schwellung im Sinne Harveys. Sein medizinisches Hauptwerk, der *Liber Canonis*, wurde im 12. Jh. von Gerhard v. Toledo ins Lateinische übersetzt.¹⁷⁶ Die geschilderte pathophysiologische Situation (52,19 *viae ingressus apertae, egressus clausae*) ist eine Möglichkeit der Ödementstehung.

52,21-24: *an hinc etiam [...] derepente fieri solet:* entzündliche Tumore (Abszesse) pulsieren wegen der durch die Entzündung bedingten vermehrten Durchblutung (unter dem Begriff *tuberculum* wurden Schwellungen unterschiedlichster Art bezeichnet. Keinesfalls kann dies mit der Tuberkulose im modernen Sinn gleichgesetzt werden).

52,24-30: *sed haec posterioris [...] velocius impingebatur:* Schilderung des Auftretens eines Hämatoms an der Stirne, das sich Harvey bei einem Unfall zugezogen hat. Warum er diesen Fall schildert bleibt unklar, für die Entdeckung des Kreislaufs spielt er jedenfalls keine Rolle. Das prompte Auftreten des Hämatoms erklärt sich durch eine Verletzung einer (kleinen) Arterie, wie auch Harvey vermutet (52,29: *propter videlicet arteriae vicinitatem*).

52,31-53,8: *hinc vero apparet [...] ligatura soluta:* Erklärung der Wirkung einer moderaten Ligatur beim Aderlass. Aus dem oben Gesagten wird klar, dass durch Hinderung des venösen Abstroms die Venen distal der Ligatur anschwellen. Die Punktion muss naturgemäß distal der

¹⁷⁶ Ich habe die Stelle bei Avicenna nicht finden können.

Ligatur erfolgen. Flöße das Blut in den Venen in zentrifugaler Richtung, wäre es genau umgekehrt. Eine strenge Ligatur ist für den Aderlass nicht förderlich, da der Blutzufuhr unterbrochen ist und deshalb die Venen nicht anschwellen.

Kapitel 12

Nach Festlegung der Flussrichtung im venösen und arteriellen Stromgebiet im 11. Kapitel werden nun diese Ergebnisse noch einmal im Kontext einer möglichen Blutzirkulation besprochen. Im letzten Absatz erörtert Harvey die Auswirkungen eines Bewusstseinsverlustes auf den Aderlass, die durch die Annahme einer Blutzirkulation leicht erklärbar sind. Dieser Abschnitt ergänzt die Aussagen zur Synkope beim Aderlass im vorhergehenden Kapitel (51,14-22). Insgesamt fasst dieses Kapitel die bereits beschriebenen und diskutierten Beobachtungen zusammen, bringt aber keine neuen Aspekte.

53,10-11: *esse sanguinis circuitum ex secundo supposito confirmato*: die Existenz eines Blutkreislaufs wurde durch die Kalkulation der zirkulierenden Blutmenge im 9. Kapitel (erste Annahme) und durch die Festlegung der Flussrichtung in Venen und Arterien (zweite Annahme) im 8. Kapitel und durch Experimente mit Ligaturen im 11. Kapitel weitgehend bestätigt.

53,12-20: *haec cum ita sint [...] tam arteriis quam venis*: wegen des kontinuierlichen Flusses des Blutes von den Arterien in die Venen muss auch ein kontinuierlicher Fluss durch das Herz und die Lungen vorhanden sein. Legt man eine moderate Ligatur an, gelingt die vollständige Entleerung des Blutes aus dem Körper: durch die Kontinuität der Gefäßsysteme und des kontinuierlichen Flusses des Blutes von den Arterien über Anastomosen in die Venen tritt bei einer Eröffnung letzterer andauernd Blut aus, da es wegen der Ligatur nicht zum Herzen rückfließen kann. Die Relevanz seiner Beobachtungen für die Interpretation betont Harvey durch die dreimalige Verwendung des Verbs *videmus* in diesem Abschnitt, der im Lateinischen auch nur einen Satz ausmacht:

53,13: *videmus enim ab arteriis sanguinem in venas dimanare*

53,14: *videmus insuper vel pene totam massam sanguinis exhauriri posse*

53,17: *videmus praeterea, ita impetuose & affatim effundi*

53,21-23: *quare confiteri necesse est [...] solum a corde:* das arterielle Blut überwindet den Widerstand einer moderaten Ligatur, da es mit dem Impuls des Pulsschlages eingepresst wird. Die Ursache für den Puls ist die Ventrikelkontraktion.

53,24-27: *deinde a corde [...] sinistro ventriculo cordis:* Beschreibung des Blutkreislaufes: vom Herzen ausgehend (53,24: *a corde provenire*) gelangt das Blut durch das Herz, nachdem der Übertritt (s.c. in der Zirkulation) erfolgte (53,24: *per cor transitu facto*) wieder zurück. Neuerliche Betonung des Faktums, dass die Arterien das Blut nicht von den Venen zugeführt bekommen, da dies, wie Harvey schon mehrfach betont hat, die Ligatur verhindert. Lediglich im linken Herzen ist das der Fall, wenn man die neue, von Harvey vorgeschlagene, Nomenklatur (siehe 42,25-35) anwendet: demnach fließt das Blut von der Lungenvene über den linken Ventrikel in die größte Arterie, die Aorta.

53,28-31: *neque omnino aliter [...] fiat hoc dicto modo:* neuerliche Beschreibung der Funktion einer moderaten Ligatur und des damit ermöglichten großen Blutentzuges.

53,32-54,5: *et si haec ita sint [...] per cor in aortam:* die hier erwähnten Kalkulationen zur Blutmenge wurden bereits im 9. Kapitel durchgeführt. Durch den großen Blutverlust eines ungehindert ablaufenden Aderlasses treten nach einiger Zeit, wegen des damit einhergehenden Blutdruckabfalls, eine Schwäche und schließlich ein Bewusstseinsverlust ein (54,2: *lipothymia & syncope adventarent*), die Arterien und Venen entleeren sich beinahe vollständig (54,3: *pene inanitae forent*). Liegt ein Kreislauf des Blutes vor, muss die gleiche Menge Blutes von der *vena cava* (= *vena magna*) in die *aorta* übergetreten sein.

54,5-11: *ulterius si quot unciae [...] sanguinem suggerere debet:* durch die beim Aderlass entnommene Blutmenge in der Zeiteinheit kann die Blutmenge, die in den anderen Gliedmaßen und Körperteilen vorhanden ist, annähernd abgeschätzt werden. Diese Menge muss bei Existenz eines Kreislaufs auch durch die Lunge und das Herz fließen.

54,11-13: *e venis necessarium est [...] nutrioni congruens erat:* der quantitative Aspekt der Blutzufuhr aus den Eingeweiden (Blutproduktion aus der Nahrung) wird neuerlich verworfen. Dieser Punkt bereitete Harvey offensichtlich einiges Kopfzerbrechen, da er wiederholt darauf eingeht. Exakte Daten konnte er aber nicht vorweisen. Aus heutiger Sicht ist dieser Aspekt

bedeutungslos, das Blut wird beim Erwachsenen nicht in den Eingeweiden produziert, die Gefäße des Darms und der Leber sind in den Kreislauf miteinbezogen.

54,14-29: *amplius observandum [...] continuo ductu videbis*: Beschreibung eines Blutdruckabfalls und Bewusstseinsverlustes beim Aderlass und der Konsequenzen auf die Blutentleerung: durch den Blutdruckabfall kann der Widerstand der Ligatur auch vom arteriellen Blut nicht mehr überwunden werden, der Blutaustritt versiegt weitgehend. Die von Harvey beschriebene „Schwächung“ des Herzens (54,18: *cor languidius pulsatur*) tritt allerdings nicht ein. Der Blutdruckabfall ist eher auf einen reflektorisch verminderten Gefäßtonus zurückzuführen. Steigt der Blutdruck wieder an (der Puls wird wieder tastbar), nimmt der Blutfluss wieder zu.

Die Bemerkungen zur Beendigung der Menstruationsblutung (54,24 *mulierum menstrua*) sind nach heutigem Erkenntnisstand falsch.

Kapitel 13

In diesem Kapitel wird die zentripetale Flussrichtung des Blutes in den Venen auf Grund der Ausrichtung der Venenklappen¹⁷⁷ festgelegt. Mit den geschilderten einfachen, auch für Laien reproduzierbaren Experimenten hat Harvey die Existenz eines Blutkreislaufes weitgehend bewiesen. Es fehlt lediglich der Nachweis der Anastomosen, die erst durch seine Nachfolger erfolgte. Ausgehend von der Beschreibung der Klappenanatomie durch seinen Lehrer Hieronymus Fabricius von Aquapendente diskutiert Harvey vorerst die falschen Erklärungsversuche betreffend ihre Funktion, um seine (richtige) Vorstellung zu präsentieren.

54,31-32: *tertium suppositum [...] ex tertio supposito*: am Beginn des neunten Kapitels wird als dritte Annahme gefordert, dass von jedem Körperteil das Blut kontinuierlich über die Venen zum Herzen zurückgelangt. Durch die im 11. Kapitel geschilderten Versuche mit der moderaten Ligatur ist dies allerdings schon nachgewiesen worden.

54,33-55,4: *hactenus de copia [...] faciendam existimamus*: Festlegung der Fragestellung, wie das Blut über die Venen zum Herzen gelangt. Es geht also um den Nachweis eines zentripetalen (55,2: *ab extremitatibus ad centrum*) Blutflusses in den Venen. Falls der Nachweis

¹⁷⁷ Die Venenklappen finden sich als Astklappen an der Einmündungsstelle kleiner Venen in große. Als ein- bis dreilappige halbmondförmige Klappen findet man sie im Verlauf der großen Venen. Den Taschenklappen entsprechen Ausbuchtungen der Venenwand. Bei jedem zentrifugalen Fluss des Blutes schließen sich die Klappen und verhindern so den Rückstrom des Blutes von den großen in die kleinen Venen. (Ferner, H., Staubesand, J., Lehrbuch der Anatomie des Menschen II, München 1975, 431.)

gelingt, ist die Existenz des Kreislaufs mit Hilfe der bereits bestätigten Annahmen nachgewiesen.

55,5-6: *hoc autem ex valvulis [...] satis erit apertum:* Vorstellung der experimentellen Methode: an Hand der Anatomie der Venenklappen soll der Nachweis erfolgen.

55,7-11: *clarissimus Hieronymus Fabricius [...] eminentes tenuissimas:* Hieronymus Fabricius von Aquapendente (1537 – 1619) war Harveys Lehrer in Padua. Er hat eine Schrift über die Venen¹⁷⁸ verfasst und dabei die Venenklappen morphologisch exakt beschrieben, aber ihre Funktion nicht richtig erkannt. Er dachte, sie seien zur Verlangsamung des Blutflusses vorhanden (*de venarum ostiolis* 147: *quod vero ab ostiolis sanguinis cursus retardetur* (damit aber von den Klappen der Blutfluss verlangsamt werde)). Die Klappen sind schon früher entdeckt worden. Jean Riolan (1580 – 1557) nennt den französischen Anatomen und Lehrer Vesalius` Jacobus Sylvius (1478 – 1555), der auch unter dem Namen Jacques Dubois bekannt ist.¹⁷⁹ Die Venenklappen sind zarte Semilunarklappen, so wie die Aortenklappen auch.

Fabricius hat auch umfangreiche embryologische Untersuchungen durchgeführt und in seinem *De Formato Foeto* (Venedig 1600) publiziert. Nach seinem Tod ist zudem noch eine Schrift über die Entwicklung des Hühnereis (*De Formatione Ovi et Polli*, Padua 1621) erschienen. Harveys embryologischen Studien wurden wesentlich durch Fabricius beeinflusst, wie er im Vorwort seiner *De Generatione Animalium* schreibt: *De Generatione Animalium*, 36: *prae caeteris autem, Aristotelem ex antiquis; ex recentioribus vero Hieronymum Fabricium ab Aquapendente, sequor* (vor allen anderen aber folge ich von den Alten Aristoteles, von den Zeitgenossen Hieronymus Fabricius von Aquapendente).

55,11-18: *sitae sunt distantibus locis [...] (et sic alternatis vicibus) respiciant:* Harvey gibt eine exakte Beschreibung der Lage und des anatomischen Aufbaues der Klappen. Die Klappen finden sich an unterschiedlichen Orten im Venenverlauf, häufig, aber nicht ausschließlich, im Bereich von Mündungen kleiner in größere Venen. Seine Beschreibung kommt der seines Lehrers Fabricius sehr nahe:

¹⁷⁸ Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, *De Venarum Ostiolis*, Frankfurt 1603.

¹⁷⁹ Zur Geschichte der Entdeckung der Venenklappen siehe: Franklin, K., J., *Proc. Roy. Soc. Med. (Sect. Hist. Med.)*, 21 (1927), 1.

Fabricius:¹⁸⁰ *venarum ostiola a me nuncupantur, membranulae aliquot tenuissimae in interna cavitate venarum, quae potissimum in artus distribuuntur per intervalla nunc singulatim, nunc geminatim dispositae, ac sursum quidem versus venarum radicem, orificium habentes* (als Venenklappen werden von mir etliche sehr zarte Membranen im Lumen der Venen bezeichnet. Sie finden sich in Abständen besonders in den Gliedmaßen, einmal einfach, dann wieder doppelt angeordnet. Sie haben ihre Öffnungen nach oben zur Wurzel der Venen gerichtet).

Harvey: *sitae sunt distantibus locis vario modo in variis hominibus ad venae latera connatae, sursum, versus venarum radices spectantes* (sie sind an von einander entfernten Orten und auf unterschiedliche Art und Weise bei verschiedenen Menschen lokalisiert. Sie entstehen aus der Wand der Vene und sind nach oben zur Wurzel der Venen ausgerichtet).¹⁸¹

55,12: *venarum radices*: Seit Galen wird die Leber als Ursprung der Venen angesehen, als der der Arterien das Herz. Galen selbst hat diese Vorstellung Hippokrates zugeschrieben (*De Usu Pulsuum* 199,16:¹⁸² *hac, opinor, similitudinis ratione adductus Hippocrates cor arteriarum, iecur venarum radicationem recte nominavit*).

55,19-29: *harum valvularum usum [...] propter erectam staturam*: Harvey präsentiert die falschen Vorstellungen seiner Vorgänger zur Funktion der Venenklappen, indem er sie in rhetorischer Manier einzeln vorführt und verwirft (55,20: *non est enim*, 55,30: *nec*, 55,33: *nec*, 55,37: *nec*), schließlich präsentiert er seine Meinung mit der nüchternen Feststellung 56,3: *sed omnino valvae factae sunt, ne [...]* (sondern sie sind ausschließlich dazu gemacht, dass nicht [...]). Zum Verständnis der Funktionsweise muss man erkennen, dass sich die Klappen in Richtung des zentripetalen venösen Blutflusses ausrichten: in den Beinen und Armen nach oben, im Hals nach unten.

55,24: *in emulgentibus reperi*: welche Venen Harvey mit *emulgentes* meint, ist nicht ganz klar. Möglicherweise denkt er an die *vena lactea Aselli*, die Milchvene, bei der es sich aber nicht um eine Vene, sondern um ein Lymphgefäß handelt, den *truncus intestinalis* und in weiterer Folge den *ductus thoracicus*. Der italienische Anatom Gaspare Aselli (1581 – 1626)

¹⁸⁰ Zitiert aus der Frankfurter Ausgabe von 1624: Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, *Tractatus Quartus de Venarum Ostiolis*, Frankfurt 1624, 146.

¹⁸¹ Zur Klappenanatomie vergleiche die Darstellung aus Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, *Tractatus Quartus de Venarum Ostiolis*, Frankfurt 1624 im Anhang.

¹⁸² Galen, *De Usu Pulsuum*, in: Galen, *Opera Omnia V*, ed. et lat. transcr. C. G. Kühn, Leipzig 1823, 199.

hat diese Gefäße 1622 bei der Vivisektion von Hunden entdeckt und in seinem Werk *De Lactibus sive Lacteis Venis* (Mailand 1627) beschrieben.

Die von K. J. Franklin vorgeschlagene Interpretation als Nierenvene¹⁸³ kann ich nicht nachvollziehen.

55,28: *in quibus nil tale timendum propter erectam staturam*: bei Vierbeinern ist der ungünstige Effekt des Gewichtes der Blutsäule nicht zu erwarten.

55,30-32: *nec ob metum Apoplexiae [...] in caput prona est*: es ist eine falsche Vorstellung, dass der Schlaganfall durch einen Blutrückfluss über die Venen in das Gehirn entstände.

55,33-36: *nec ut sanguis [...] ubi divaricationes sunt*: auch die Vorstellung, das Blut werde durch die Klappen von größeren Venen in kleinere dirigiert, ist falsch. Das Blut fließt in umgekehrter Richtung.

55,37-56,10: *nec ut motus sanguinis [...] sisteret ne ulterius transiret*: die Klappen sind auch nicht zur Verzögerung eines zentrifugalen Blutflusses von den großen in die kleinen Venen vorhanden. Eine Verlangsamung würde durch die Abtrennung von seiner Quelle im Herzen, und da es in kältere Regionen eintritt, von selbst auftreten (Wärme des Herzens verhindert ein Gerinnen des Blutes, wie schon Aristoteles bemerkt hat: *PA 654b9: ἡ γὰρ ἀπ' ἐκείνης* (sc. *τῆς καρδίας*) θερμότης κωλύει πήγνυσθαι (die Wärme aus dem Herzen verhindert ein Gerinnen)).

Harvey weist den Klappen ihre richtige Funktion zu: sie verhindern einen Rückfluss des Blutes von den großen in die kleineren Venen. Dadurch wird auch das Entstehen von Krampfadern verhindert. Die Bauweise der Klappen – sie öffnen sich nur für den zentripetalen Blutfluss – lassen nur einen Blutfluss von der Peripherie zum Zentrum zu.

56,11-28: *ego illud saepissime [...] patentem viam expediant*: Die Funktion der Klappen wird durch zwei Experimente geklärt: 1. durch Sondierung kann Harvey eindeutig nachweisen, dass sich die Klappen nur beim Vorschieben der Sonde nach proximal (zentripetal) hin öffnen. Bei der genauen Betrachtung erkennt man, dass die Klappen exakt in der Mitte des Lumens schließen (56,15: *ita positae & aptatae sunt, ut ad amussim (dum elevantur) in mediae cavitate cohaereant & uniantur*). Wenn sich die Klappensegel von der

¹⁸³ Franklin, K. J., *Movement of the blood in animals*, Oxford 1957, 82: „renal veins“.

Venenwand abheben, sich also entfalten, verschließen sie das Gefäßlumen, da sich die Klappenränder dicht aneinander legen (siehe Abbildung 1 im Anhang).

56,19: *valvularum, quibus cursus fluminum inhibentur in morem*: Harvey vergleicht die Funktion der Venenklappen mit Schleusentoren.

56,29-57,8: *sed quod veritas [...] tamen inferius vacuum esse [H.O. tertiae figurae]*: beim zweiten Experiment handelt es sich um leicht reproduzierbare Kompressionsversuche an oberflächlichen Hautvenen. Harvey illustriert den Untersuchungsgang durch 4 Abbildungen. Durch eine moderate Ligatur oberhalb der Ellenbeuge wird eine Anschwellung der Venen erzeugt, die Venenklappen werden sichtbar. Presst man von der oberen Klappe ausgehend das Blut nach unten zur darunterliegenden Klappe aus, bleiben die Venen entleert, da von oben kein Blut nachkommen kann. Auch mit Druck gelingt es nicht, Blut über die Klappe nach unten zu drängen.

57,9-12: *hoc, cum pluribus in locis [...] transeuntem remeare sinant*: Vergleich der Funktion der Venenklappen mit den ähnlich aufgebauten Semilunarklappen ab Beginn der Aorta und der Lungenschlagader. Deren Funktion wurde von Harvey in den ersten Kapiteln eingehend besprochen.

57,13-27: *praeterea ligato brachio [...] a corde omnino occluse*: Umkehrung des ersten Versuches. Es wird nun das zwischen zwei Klappen befindliche Blut nach oben ausgestrichen. Solange die Vene im distalen Abschnitt komprimiert bleibt, wird sie blutleer sein, entfernt man den Finger, füllt sie sich von unten her auf. Dadurch kann eindeutig gezeigt werden, dass das Blut von peripher nach zentral in den Venen fließt. Sollten einige Venenklappen nicht exakt schließen – z. B. wenn nur ein Segel vorhanden ist (57,21: *ubi unica solum valvula est*) – wird die Flussrichtung doch durch die vielen hintereinander geschalteten Klappen gewährleistet. Harvey kann somit die am Anfang gestellte Frage nach der Funktion der Venen beantworten: es sind Gefäße, die den Blutrückfluss zum Herzen ermöglichen (57,25: *ut venae viae patentes & apertae sint regredienti sanguini ad cor*).

57,27-35: *notandum autem [...] in brevi tempore facito*: Harvey führt mit der zuletzt genannten Versuchsanordnung eine quantitative Abschätzung der transportierten Blutmenge durch. Macht man diesen Versuch tausendmal, wird man eine große Menge Blutes in einer

nur kleinen Vene in kurzer Zeit transportieren. Dadurch ist ein weiteres wichtiges Argument für die Existenz eines Kreislaufs gefunden, da in der großen Zahl von Venen viel Blut pro Zeiteinheit bewegt wird.

57,36-58,7: iam si rem supputaveris [...] exploratum tibi fore non dubio: Harvey spricht nun, unmittelbar vor der endgültigen Präsentation der epochalen Entdeckung, den Leser in wenigen Zeilen mehrfach persönlich an (*supputaveris – reperiēs – sentires – dicas – feceris – tibi fore*), sich persönlich durch Reproduktion dieser Versuche von der Richtigkeit seiner Überlegungen zu überzeugen.

Kapitel 14¹⁸⁴

Das 14. Kapitel fasst die Ergebnisse der Experimente zusammen und schließt auf die Notwendigkeit der Existenz einer Zirkulation des Blutes (58,20: *necessarium est concludere*). Das Ergebnis wird in einem einzigen langen, parataktisch aufgebauten Satzgebilde als die Konsequenz von Experimenten und Überlegungen präsentiert (58,12: *cum haec confirmata sint omnia, & rationibus & ocularibus experimentis*). Diese wissenschaftliche Methode grenzt Harvey deutlich von seinen Vorgängern ab und ist dem von Francis Bacon vorgeschlagenen Vorgehen in den Naturwissenschaften verpflichtet. Die Diktion der Zeile 58,12 zeigt große Nähe zu Bacons *Novum Organum I* a95: *experimentalis scilicet et rationalis* (siehe unten).

58,10: iam denique [...] proponere liceat: die neue Lehre kann nun endlich präsentiert werden. Die Ungeduld Harveys spiegelt sich auch in den wiederholten Vorgriffen (z. B.: am Anfang des elften Kapitels) der Präsentation seiner Entdeckung in den vorhergehenden Kapiteln wider.

58,12-21: cum haec confirmata [...] & esse in perpetuo motu: kunstvoller, nach rhetorischen Prinzipien aufgebauter Satz, der sich durch für die Darstellung der Fakten nicht notwendige Wiederholungen (58,14: *impellatur, & immittatur*, 58,17: *tanta copia, & tanto fluxu*) und die gehäufte Verwendung von Pronominaladverbia (58,14-18: *ibi [...] illinc [...] hinc [...] illinc [...] huc*) auszeichnet.

58,18: ut ab assumptis [...] proventu: neuerliche Verwerfung der galenischen Vorstellung von der Blutproduktion und Blutzufuhr aus den Eingeweiden. Sollte ein quantitativ

¹⁸⁴ Siehe Abbildung 2 im Anhang.

bedeutender Zufluss in die *vena cava* erfolgen, müsste das Konzept der Zirkulation verworfen werden. Harvey konnte den Einwand nur argumentativ (im zehnten Kapitel) entkräften, experimentelle Untersuchungen hat er zu diesem Problem nicht publiziert.

58,22-24: & hanc esse actionem [...] causam unam esse: der Mittelpunkt und Betreiber des Kreislaufes ist das Herz, der seine Aktionen über den Puls den Arterien mitteilt (58,23: *quam pulsu peragit*).

Kapitel 15

Waren die Kapitel 9 bis 14 durch eine strenge naturwissenschaftliche Vorgangsweise im modernen Sinne mit Ansätzen quantitativer Betrachtungen gekennzeichnet, ändert Harvey in den letzten drei Kapiteln wiederum Stil und Methode. Er versucht das Konzept des Blutkreislaufes auf die teleologisch ausgerichtete aristotelische Naturbetrachtung anzuwenden. Zudem ist er bemüht, praktisch-medizinische Fragestellungen und Probleme mit seiner neuen Lehre zu beantworten und entspricht somit der Forderung Bacons nach einer „nützlichen Wissenschaft“:¹⁸⁵ *Novum Organon* a73: *Fructus enim, et opera inventa, pro veritate philosophiarum velut sponsores et fideiussores sunt* (denn die Früchte und erfundenen Werke stehen gleichsam als Bürgen und Gewährsmänner für die Wahrheit der Philosophien; *Novum Organon* b 4: *Et quod in Operando utilissimum, id in Sciendo verissimum* (Und was beim Handeln am nützlichsten ist, ist im Wissen reine Wahrheit).

58,26-30: sanguinis circuitus [...] ita esse & conveniens sit, & necessarium: schon auf Grund allgemeiner, teils philosophischer, teils medizinischer Überlegungen muss notwendigerweise die Existenz eines Kreislaufs gefordert werden. Die Argumente stammen alle aus der aristotelischen Naturlehre, wie sie besonders in den *Parva Naturalia* niedergelegt sind.

58,30-59,7: primum [...] neminem velle dubitare: nach Aristoteles ist Leben an das Vorhandensein von Wärme gebunden, geht die Wärme verloren, stirbt das Lebewesen. Die entsprechenden Passagen finden sich im 17. Kapitel von *De Respiratione*: *Resp.* 478b31: *πάντων μὲν οὖν ἡ φθορὰ γίνεται διὰ θερμοῦ τινὸς ἔκλειψιν* (478b31: bei allen Lebewesen tritt das Vergehen durch ein Nachlassen der Wärme auf) und nach Aristoteles ist das Herz die Quelle der Wärme und des Lebens: *Resp.* 478b33: *ἐν ᾧ τῆς οὐσίας ἡ ἀρχή*, *Resp.* 478b35: *τῶν δὲ*

¹⁸⁵ Schupp, F., *Geschichte der Philosophie im Überblick*, Band 3 Neuzeit, Hamburg 2003, 60f.

ζῶων τοῖς μὲν ἐναίμοις ἢ καρδία (478b33: wo das Prinzip des Organismus liegt, 478b35: bei den bluthältigen Tieren ist es das Herz).

Das Herz führt die Wärme und somit das Lebensprinzip den Körperteilen zu. Da durch die Wärme die Nahrung verkocht wird, ist nach Aristoteles und somit auch Harvey das Herz auch das Prinzip der Ernährung (*Resp.* 474a29: *πυρὶ ἐργάζεται πάντα*, 474b2 *τοῖς μὲν οὖν ἐναίμοις ἢ καρδία τοῦτο τὸ μόριόν ἐστίν* (47a24: durch Feuer wird alles aufbereitet, 474b2 für die bluthältigen Tiere ist das Herz das Organ dafür). Die entsprechenden Abschnitte zum Herzen in *De Partibus Animalium* III finden sich PA 665b9 – 667b12.

59,8-15: *sanguini itaque [...] necesse fuit*: da Blut nach antiker Anschauung in der Kälte gerinnt (siehe Anmerkung 55,37), kann eine Koagulation nur durch Wiedererwärmung des in den Akren abgekühlten Blutes verhindert werden. Wenn das Blut durch Zirkulation immer von neuem zum Herzen als Wärmequelle gelangt, ist dieses Problem elegant gelöst. Zum Problemkreis *spiritus* siehe Einleitung. Vereinfacht ist er das Lebensprinzip, welches mit dem Blut als *spiritus vitalis* vom Herzen aus im Körper verteilt wird.

59,16-30: *videmus uti a frigore [...] pene extinctum repararet*: Beschreibung der Auswirkung von Kälte auf die Extremitäten. Die geschilderten Symptome wurden nicht, wie Harvey meint, durch eine Gerinnung des Blutes (59,23: *quibus meatus condensati, & gelato sanguine repleti*), sondern durch eine, durch die Kälte bedingte, Gefäßkontraktion ausgelöst.

59,25: *nisi contentum dimitterent*: bevor das warme Blut in die Akren gelangen kann, muss zuerst das alte, „geronnene“ beseitigt werden.

59,31-35: *hinc ita est [...] praebere auxilium potest*: Harvey vertritt die Meinung, solange das Herz seine Funktion aufrechterhält, sei eine Heilung bei allen Erkrankungen möglich (59,31: *vitam restitui, & sanitatem recuperari*).

Ist das Herz erkrankt, kann es auch für die anderen Organe keine Hilfe mehr bieten. Die Passage 59,32-35 (*corde vero [...] praebere auxilium potest*) entspricht weitgehend den aristotelischen Vorstellungen aus PA 667a32: *μόνον δὲ τῶν σπλάγγνων καὶ ὄλως τῶν ἐν τῷ σώματι μορίων ἢ καρδία χαλεπὸν πάθος οὐδὲν ὑποφέρει, καὶ τοῦτ' εὐλόγως: φθειρομένης γὰρ τῆς ἀρχῆς οὐκ ἔστιν ἐξ οὗ γένοιτ' ἂν βοήθεια τοῖς ἄλλοις ἐκ ταύτης ἡρτημενοῖς* (von allen Eingeweiden und überhaupt von den Körperteilen erträgt das Herz keine schwere Erkrankung;

das ist verständlich: geht das Prinzip zugrunde, gibt es nichts, woher für die anderen Teile, die von ihm abhängig sind, Hilfe kommen könnte).

59,34-60,8: *et hinc obiter [...] inopia calidi nativi laborat*: ebenfalls schon bei den antiken Ärzten vertretene Ansicht, dass psychische Phänomene Auswirkungen auf das Herzen haben (cf. schon Platon im Timäus: 70c1: τῆ δὲ πηδῆσει τῆς καρδίας ἐν τῆ τῶν δεινῶν προσδοκίᾳ καὶ τῆ τοῦ θυμοῦ ἐγέρσει (beim Herzschlag in der Erwartung des Schrecklichen und in der Erweckung des Zorns). Harvey versucht, sein Kreislaufkonzept auf diese Phänomene anzuwenden: psychische Erkrankungen haben eine Auswirkung auf das Herz und so in Folge auch auf den übrigen Körper. Ernährung und Herzfunktion sind nach Aristoteles über das Konzept der Verkochung durch die im Herzen lokalisierte „eingeborene“ Wärme eng miteinander verbunden (60,8: *inopia calidi nativi laborat*).

60,9-20: *praeter haec [...] hoc modo largitur*: ebenfalls genuin aristotelisches Konzept: das Herz ist das zentrale Organ der Verkochung der Nahrung (*Juv.* 469a1: τὸ αἷμα τοῖς ἐναίμοις ἐστὶ τελευταία τροφή [...] ἡ δὲ καρδία κυριωτάτη, καὶ τὸ τέλος ἐπιτίθησιν (das Blut ist bei den bluthältigen Tieren die endgültige Ernährung [...] das Herz ist hierbei das allerwichtigste Organ). Das Herz verteilt die verkochte Nahrung an alle Körperteile. Das Herz enthält Blut nicht nur zum eigenen Nutzen (wie in den Kranzgefäßen), sondern stellt es auch anderen Organen zur Verfügung).

60,21-32: *amplius ad hanc distributionem [...] eo quo dictum est modo*: das Blut bedarf eines bewegenden Prinzips für den zentrifugalen Fluss in den Arterien. Dieses Prinzip ist das Herz. Der zentripetale venöse Fluss geht spontan vor sich, da:

1. das Blut eine Tendenz aufweist, sich wie Wassertropfen auf einem Brett zu vereinigen und zum Ausgangspunkt zurückzukehren,
2. es durch die Tätigkeit der Muskeln von der Peripherie zum Herzen befördert wird.

Es ist deshalb dafür keine bewegende Kraft notwendig. Für den Transport des Blutes vom Herzen in die Peripherie ist aber die Tätigkeit des Herzens notwendig, da der Widerstand des erkalteten und verfestigten Blutes überwunden werden muss.

60,29: *quamquam valvulae impedimento nullae forent*: in den kleinsten Venen (Kapillaren) gibt es keine Klappen, die den Blutstrom in die verkehrte Richtung hemmen würden.

Kapitel 16

Im vorletzten Kapitel wendet Harvey seine neue Lehre auf verschiedene Probleme der Medizin an, wobei die Anordnung der verschiedensten Themen eine Ordnung vermissen lässt. Es werden diskutiert:

- die Wirkung verschiedener, lokal applizierter Vergiftungen
- verschiedene Infektionskrankheiten, wie Syphilis, Tollwut, Dreitagefieber
- die systemische Wirkung lokal aufgetragener Medikamente
- es folgt ein Exkurs über die Verdauung und die Gefäße der Baueingeweide (Portalkreislauf) sowie embryologische Aspekte zur Entwicklung der Leber und des Herzens, die gefolgt werden von einem Abschnitt über die Pulsdiagnostik, an die neuerlich eine Diskussion über
- die Gefäße der Baueingeweide folgt.

Es verwundert nicht, dass auch dieses Kapitel stark von der aristotelischen Naturlehre beeinflusst ist.

60,34: *sanguinis circuitus ex consequentibus probatur*: Harvey erklärt verschiedene medizinische Probleme mit Hilfe des Kreislaufkonzepts. In einem methodisch problematischen Zirkelschluss wird ihm die erfolgreiche Erklärung zur Bestätigung der neuen Lehre.

60,35-61,2: *sunt insuper problemata [...] causas assignari facile patiantur*: durch die neue Lehre werden Fragestellungen aufgeworfen, für die sie aber auch die Erklärungen liefern kann.

60,35: *veluti a posteriore*: d. h. durch Induktion. Die induktive Methode schreitet von der Erfahrung, vom Einzelnen zum Allgemeinen fort (siehe Aristoteles *APr.* 58b35: φύσει μὲν οὖν πρότερος καὶ γνωριμώτερος ὁ διὰ τοῦ μέσου συλλογισμὸς, ἡμῖν δ' ἐνεργέστερος ὁ διὰ τῆς ἐπαγωγῆς (von Natur aus ist der Schluss durch den Mittelbegriff früher und bekannter, für uns ist aber die induktive Methode (ἡ ἐπαγωγή) einleuchtender. Für Aristoteles bedeuten die Begriffe πρότερον und ὕστερον die möglichen Ausgangspunkte für einen Beweis. Das frühere ist das Allgemeine, das spätere das Einzelne. In seiner Embryologie (*Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651) setzt sich Harvey in einem eigenen Methodenkapitel intensiv mit dieser Problematik auseinander und kommt zu dem Schluss, dass in den Naturwissenschaften das induktive Verfahren anzuwenden ist: *Exercitationes de*

Generazione Animalium, 20: *quapropter a singularibus ad universalia transeundum est*).

Diese Einstellung zu der in der Naturwissenschaft anzuwendenden Methode ist stark von Francis Bacon beeinflusst (siehe unten).

61,3-12: *quemadmodum quae in contagione [...] inquinare posse hinc patet*: die systemische Wirkung von Giften, die lokal eingebracht wurden, kann, wie auch eine systemische Krankheitsmanifestation bei einer lokalen Infektion, durch eine Zirkulation des Blutes gut erklärt werden, beweist aber diese keinesfalls. Bei der Tollwut (61,8: *morsu canis rabidi*) irrt Harvey zudem, das krankheitsauslösende Virus steigt über die Nerven zum Gehirn auf.

61,6: *lues venerea*: die Syphilis trat erstmals 1493 in Barcelona auf. Johannes Widmann (1440 – 1524), auch unter dem Namen Salicetus bekannt, erkannte als Übertragungsmodus den Geschlechtsverkehr. Der Astronom, Dichter und Arzt Girolamo Fracastoro (1483 – 1553) hat ein Gedicht über diese Erkrankung mit dem Namen *Syphilis, sive morbus gallicus* (Basel 1536) verfasst.¹⁸⁶

61,12-22: *in tertiana febris [...] dissolvitur*: welche Erkrankung mit der Bezeichnung *tertiana febris* (Dreitagefieber) gemeint ist, läßt sich nicht mehr bestimmen. In der modernen Infektiologie wird damit eine durch Viren verursachte Kinderkrankheit bezeichnet, die ausschließlich Kinder befällt und auch keine kardialen Affektionen verursacht. Die von Harvey beschriebenen Symptome – Atemnot (61,13: *anhelosus, suspirosus*), Tachykardie (61,16: *pulsus frequens*), Arrhythmie (61,17: *pulsus parvus*), Hypotonie (61,17: *pulsus inordinatus*) und besonders das Obduktionsergebnis (61,14: *sanguis in pulmones impingitur, incrassatur, non transit*) sprechen im konkreten Fall eher für eine Lungenembolie.

61,23-26: *cur etiam [...] et huius generis infinita*: auch extern aufgebraute Medikamente, die über die Haut resorbiert werden, werden durch die Blutzirkulation im Körper verteilt und üben so ihre Wirkung aus.

61,24: *colocynthis*: Kürbis

61,24: *aloe*: Aloe

¹⁸⁶ Schreiber, W., Mathys, F. K., *Infectio. Ansteckende Krankheiten in der Geschichte der Medizin*, Basel 1986, 57-75.

61,25: *cantharis*: Kantharide, Spanische Fliege

61,25: *allium*: Lauch

61,25: *cordalia*: nicht identifizierbare Phytotherapeutika, welche offensichtlich eine kardiale Wirksamkeit ausübten.

61,27-30: *venas per orificia [...] est forsitan dicere*: Vergleich der Resorption der kutan applizierten Medikamente mit der Aufnahme der Nahrung über die Darmgefäße (61,28: *non alio modo, quam illae in mesenterio, ex intestinis chylum exugunt*).

61,29: *chylus*: der durch die Verdauung im Darm entstandene und über die Darmwand in die Bauchgefäße aufgenommene Nahrungsbrei.

61,31-35: *in mesenterio [...] contra quam plures opinantur*: Exkurs über die Splanchnikusgefäße und den Portalkreislauf. Das arterielle Blut gelangt über die *arteria coeliaca* und die *arteriae mesentericae* in die Baueingeweide und wird von dort über die entsprechenden Venen gesammelt und über die *vena portae* der Leber zugeführt und gelangt von dort in die *vena cava*.

61,35-36: *ut sanguis [...] contra quam plures opinantur*: hier irrt Harvey. Nach einer opulenten Mahlzeit nimmt das Blut eine milchige Verfärbung an.

61,35-62,13: *ut sanguis in his venis [...] ad sensum apparet*: Harvey geht hier kurz auf die Problematik der *venae lacteae Aselli* ein. Es handelt sich dabei um Lymphgefäße des Darmes, die sich im *truncus intestinalis* sammeln und die nährstoffreiche Lymphe im linken Venenwinkel (Mündung der *vena jugularis sinistra* in die *vena subclavia sinistra*) an der linken Halsseite über den *ductus thoracicus* dem venösen Stromgebiet zuführen.

61,36-62,1: *nec duos contrarios motus [...] existimare necesse est*: es bestehen allerdings zwei verschiedene Stromgebiete, der Portalkreislauf und die Lymphgefäße, wobei beide unterschiedliche Anteile des Nahrungsbreis aufnehmen.

62,1-13: *sed an non summa naturae providentia [...] ad sensum apparet*: Harvey versucht mit teleologischen Argumenten die quantitativen Verhältnisse von Blut und Chylus abzuschätzen. Der Abschnitt ist stark vom Konzept der Verkochung der Nahrung und des Blutes des Aristoteles geprägt (siehe oben).

62,6: *oxicratum*: gr.: τὸ ὀξύκρατον, saurer Wein, der mit Wasser vermischt wurde.

62,9-10: *cum una gutta aquae [...] sed vel vinum vel aqua*: cf. Aristoteles *Pol.* 1262b17: ὥσπερ γὰρ μικρὸν γλυκὺ εἰς πολὺ ὕδωρ μειχρὸν ἀναίσθητον ποιεῖ τὴν κρᾶσιν (mischt man wenig Süßes in viel Wasser, ist die Mischung nicht erkennbar).

62,11: *non chymus non chylus*: Chymus: „Nahrungsbrei,“ Chylus: „Milchsaft“ in den abdominalen Lymphgefäßen.

62,13-16: *in quo tamen [...] vitae principium obrueret*: Harvey argumentiert wieder teleologisch: die Leber sei für die Verdauung des Chylus von der Natur bereitgestellt.

62,14: *in cuius maeandris*: die *vena portae* verzweigt sich in der Leber in mikroskopische Kapillargefäße. Die Leberzellen nehmen teilweise die im Blut gelösten Nährstoffe auf und führen sie dem Stoffwechsel zu.

62,16-21: *hinc in embryo [...] petat*: richtige Beschreibung der Nabelgefäße, die den Fötus mit der Placenta verbinden und die das Blut an der Leber vorbeiführen.

62,21-27: *unde etiam in prima foetus conformatione [...] ruptam venam existimares*: Beobachtung zu Embryogenese der Leber. Diese wird erstmals in der 3. Gestationswoche sichtbar, also nicht wesentlich später als das Herz.

62,29-63,1: *sed in ovo duo [...] alterius causa sit*: Harvey weicht immer weiter vom eigentlichen Thema ab. Die in diesem Abschnitt besprochenen Aspekte der Entwicklung des befruchteten Eies haben keine Bedeutung für die Bestätigung der neuen Lehre.

63,1-6: & *circa cor plurima [...] factum fuisse videretur*: Harvey wendet sich wieder seinem eigentlichen Thema zu. Die Diskussion ist weiter stark teleologisch gefärbt, Aristoteles wird wieder als Autorität zitiert. Die entsprechenden Passagen finden sich im 4. Kapitel des 3. Buches von *De Generatione Animalium* (PA 665b5 – 667b14).

63,3: *habere in se vitam, motum, & sensum*: die Vorstellung, das Herz sei ein Sinnesorgan, findet sich ebenfalls bei Aristoteles: es sei das Zentrum des Geschmack- und Tastsinnes: *Juv.* 469a10: ἀλλὰ μὴν τό γε κύριον τῶν αἰσθήσεων ἐν ταύτῃ τοῖς ἐναίμοις πᾶσιν· ἐν τούτῳ γὰρ ἀναγκαῖον εἶναι τὸ πάντων τῶν αἰσθητηρίων κοινὸν αἰσθητήριον. δύο δὲ φανερώς ἐνταῦθα συντεινούσας ὀρώμεν, τὴν τε γεῦσιν καὶ τὴν ἀφήν, ὥστε καὶ τὰς ἄλλας ἀναγκαῖον (aber bei allen bluthältigen Lebewesen liegt das Zentrum der Wahrnehmung im Herzen. In diesem Zentrum muss notwendigerweise das alle Sinnesorgane umfassende Wahrnehmungsorgan liegen. Zwei Sinne haben offensichtlich ihr Zentrum im Herzen, der Geschmack- und der Tastsinn, sodass dies auch für die anderen Sinne gilt).

Das Herz als Sitz des Lebens findet sich ebenfalls in *De Juventute*, in unmittelbarer Nähe zur oben genannten Stelle: *Juv.* 469a17: τὸ ζῆν ἐν τούτῳ τῷ μορίῳ πᾶσιν ἐστὶ (das Leben findet sich bei allen Lebewesen in diesem Teil des Körpers).

63,5-6: *cur moveri atque huc illuc impelli desiderat*: schon im 4. Kapitel (27,28 und 28,11) hat Harvey dem Blut eine eigenständige Bewegungskapazität zugesprochen.

63,7-9: *eodem modo [...] quid illi, & quare*: Anwendung der neuen Lehre für die Pulsdiagnostik (63,7: *pulsuum speculatione*).

63,10-18: *similiter in crisibus [...] finem faciendum deficeret*: Ausblick auf die verschiedensten Disziplinen der medizinischen Wissenschaften, für die das Kreislaufkonzept von Nutzen sein kann.

63,12: *semiotica*: „Symptomatologie:“ Lehre von den Symptomen der Krankheiten.

63,19-24: *hoc itaque [...] prae caeteris velim*: Ankündigung des Themas des folgenden und letzten Kapitels. Harvey wird die anatomischen Beobachtungen (63,19: *quae in administranda anatomica circa fabricam cordis & arteriarum comparent*) noch einmal zusammenfassen und teleologisch interpretieren (63,20: *ad suos usus & causas veras referre enitar*).

63,25-64,3: *est unum [...] supplet et compensat*: Exkurs über die Milzvene und ihre Äste, der nicht ganz zum Thema passt, wie Harvey selbst bemerkt (63,25: *quod licet inter observationes nostras de lienis usu locum habere deberet*). Die Vorstellungen zur

notwendigen Mischung des aus dem Magen kommenden Blutes mit dem aus dem Dick- und Mastdarm sind abstrus.

63,31: *longanon, onis*: der Mastdarm

63,33: *chylificatio*: Umwandlung der resorbierten Nahrung in Chylus

Kapitel 17

Im letzten Kapitel fasst Harvey noch einmal die wesentlichen Aussagen seiner neuen Lehre zusammen und vereinigt sie mit der teleologischen Naturbetrachtung des Aristoteles. Der Aufbau des Kapitels entspricht weitgehend dem 4. Kapitel aus dem 3. Buch von *De Partibus Animalium* (PA 665b9 – 667b12). *De Motu Sanguinis* ist, sieht man von den Kapiteln 8 bis 14 ab, ganz von der aristotelischen Naturphilosophie beeinflusst. In seinen 1652 erschienenen *Exercitationes de Generatione Animalium* zeigt er sich zwei Naturforschern gegenüber verpflichtet: Aristoteles als seinem Führer (*dux*) und Fabricius von Aquapendente als seinem Anleiter (*praemonstrator*): *De Generatione Animalium* 36,17: *prae ceteris autem, Aristotelem ex antiquis; ex recentioribus vero Hieronymum Fabricium ab Aquapendente, sequor; illum, tanquam Ducem: hunc, ut Praemonstratorem* (vor allen anderen aber folge ich dem Aristoteles von den Alten, von den Jüngeren aber Hieronymus von Aquapendente; jenem, gleichsam als Führer, diesem wie einem Anleiter).¹⁸⁷

Wie auch in *De Partibus Animalium* finden sich in diesem Abschnitt neben anatomischen Überlegungen viele vergleichend-anatomische und –physiologische Betrachtungen. Diese werden durch Exkurse über Hirnventrikel, die Ortsbewegung und die Fiebertmessung unterbrochen. Als Motto steht über dem Kapitel, so wie über dem ganzen Werk, die aristotelische Vorstellung vom sinnhaften Handeln der Natur (69,27: *sic natura perfecta & divina nihil faciens frustra*).

64,5-7: *confirmatur sanguinis motus [...] ex dissectione anatomica patet*: die Kreislauftheorie wurde experimentell, d. h. induktiv bewiesen, und nicht deduktiv, durch Ableitung aus allgemeinen Sätzen.

64,8-19: *cor non in omnibus [...] huius modi animal est*: vergleichend anatomische Betrachtungen zum Herzen. Die blutlosen Tiere besitzen kein Herz und auch kein Gefäßsystem (cf. Aristotels PA 665a30: τῶν δ' ἀναίμων οὐδὲν ἔχει σπλάγγχον (kein blutloses

¹⁸⁷ Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651.

Tier besitzt Eingeweide)). Ein Herz zur Bewegung von Blut ist nicht notwendig, da die ernährende Flüssigkeit auf Grund der Kleinheit der Tiere spontan im Körper diffundiert. Somit fungiert der gesamte Körper gleichsam als Herz (64,18: *pro corde enim toto corpore utuntur*).

64,9: *plant-animalia*: niedere Tiere, siehe 28,34-37

69,17: *zoophytum*: entspricht den *plant-animalia*¹⁸⁸

69,12: *quae ex putredine oriuntur*: Aristoteles hat die Meinung vertreten, dass Lebewesen spontan aus Fäulnis entstehen: GA 715a24: ὅσα γίνεται μὴ ἐκ ζώων συνδυαζομένων, ἀλλ' ἐκ γῆς σηπομένης καὶ περιττωμάτων (solche, die nicht durch Vereinigung der Lebewesen entstehen, sondern aus fauler Erde und Ausscheidungen). Konkret handelt es sich um Würmer und gewisse Insekten. Vergleiche auch die Beschreibung der spontanen Entwicklung von Insekten in einem toten Kalb im 4. Buch von Vergils Georgica (G. 4.308: *interea teneris tepefactus ossibus umor / aestuat, et visenda modis animalia miris, / trunca pedum primo, mox et stridentia pennis* (inzwischen hat sich der Saft in den zarten Knochen erwärmt / und gärt und man kann auf wunderliche Weise Lebewesen sehen / zuerst ohne Beine, bald mit schwirrenden Flügeln).

64,20-30: *in pluribus & pene omnibus [...] discernere liceat*: bei den Insekten kann Harvey mit Hilfe einer Lupe (64,22: *ope perspicilli*) einen pulsierenden Punkt als Äquivalent eines Herzens erkennen. Bei Weichtieren und Schalentieren erkennt man eine langsam pulsierende Blase.

64,31-65,6: *in ista ita se habet [...] dubitare licet*: bei diesen blutlosen Tieren ist ein Analogon des Herzens zum Substanztransport wegen der dichteren Substanz der verschiedenen Körperteile notwendig.

64,33-65,2: *sed rarius fiunt pulsationes [...] quandoque plantae*: Beschreibung der Auswirkung der Kälte (Hibernation) auf die Pulsfrequenz: in der Kälte nimmt sie ab und ist bisweilen nicht mehr nachweisbar, was im Winter bei einigen niederen Tieren beobachtet werden kann. Diese Tiere führen dann sozusagen das Leben von Pflanzen (65,3: *plantae vitam tantummodo agant*).

¹⁸⁸ Siehe Kommentar zu 28,34-37.

65,4-6: *sed an idem etiam [...] dubitare licet:* in diesem Punkt irrt Harvey, auch bei den Amphibien und Reptilien werden die Phänomene der Hibernation beobachtet.

65,6-13: *in animalibus vero [...] et celerius protrudatur:* höhere Tiere bedürfen eines komplex aus Vorhof und Ventrikel aufgebauten Herzens, um die im Blut gelöste Nahrung durch das Gefäßsystem treiben zu können.

65,10-11: *unde & verissimum illud [...] animal careat corde:* schon Aristoteles hat bemerkt, dass alle bluthältigen Tiere ein Herz besitzen (z. B. PA 665b9: καρδία μὲν οὖν ἅπασιν ὑπάρχει τοῖς ἐναίμοις (alle bluthältigen Lebewesen haben ein Herz)).

65,14-18: *quin in adhuc maioribus [...] & carnosius desideratur:* große Tiere mit *spiritus*-hältigem Blut bedürfen eines voll ausgebildeten Herzens mit zwei Herzohren und zwei Ventrikeln. Das Herz muss kräftiger und muskulöser (65,18: *carnosius*) aufgebaut sein.

65,19-22: *et insuper [...] conveniebat:* aristotelisches Konzept der Verkochung der Nahrung zu Blut im Herzen (PA 666b24: ὅτι δὲ πρῶτον ἐν τῇ καρδίᾳ γίνεται τὸ αἷμα, πολλάκις εἰρήκαμεν (dass im Herzen zuerst das Blut entsteht, haben wir vielmals erwähnt)).

In der aristotelischen Naturkunde ist eine Lunge notwendig zur Kühlung der in höheren Tieren größeren Wärmeproduktion (PA 668b34: ἀναγκαῖον μὲν γὰρ γίνεσθαι τῷ θερμῷ κατάψυξιν; Resp. 475b14: τοῖς δ' ἐναίμοις καὶ τοῖς ἔχουσι καρδίαν, ὅσα μὲν ἔχει πλεύμονα, πάντα δέχεται τὸν ἀέρ καὶ τὴν κατάψυξιν ποιεῖται διὰ τοῦ ἀναπνεῖν καὶ ἐκπνεῖν (PA 668b34: notwendigerweise wird die Wärme gekühlt; Resp. 475b14: für die bluthältigen und die ein Herz besitzen, nehmen alle diejenigen, die eine Lunge haben, Luft auf, und die Abkühlung erfolgt durch die Ein- und Ausatmung).

65,23-33: *sic quibuscunque insunt [...] pulmonibus alimentum praebeat:* Beschreibung der Funktion der Ventrikel. Der rechte Ventrikel treibt das Blut durch die Lungen in den linken – folglich findet man bei Lebewesen mit Lungen immer auch zwei Ventrikel. Im umgekehrten Fall allerdings nicht, da er bei fehlenden Lungen auch nicht benötigt wird. Für die Funktion des Herzens hat der linke Ventrikel die größte Bedeutung, da er das für die Lebensaktivitäten notwendige *spiritus*-reiche Blut im Körper verteilt (65,27: *sinister ventriculus per se cor efficere videtur*). D. h. die Unterscheidung zwischen rechtem und linkem Ventrikel definiert sich durch die Funktion (65,25: *usu*) und nicht durch die Lage (65,26: *situ*).

65,31: *quasi articulationem quandam (ut Aristoteles) supra sinistrum habeat*: dass der rechte Ventrikel dem linken angefügt ist, ist eine richtige Beobachtung. Die Stelle bei Aristoteles konnte ich nicht identifizieren.

65,32: *maiori capacitate*: diese Aussage ist nicht uneingeschränkt richtig, wird aber schon von Aristoteles vertreten (*PA 666b35*: τούτων δὲ πλεῖστον μὲν αἷμα καὶ θερμότερον ἔχουσιν αἱ δεξιᾶί (von diesen Ventrikeln enthält das meiste und wärmste Blut der rechte). Die Begründung, der rechte Ventrikel müsse zusätzlich noch die Lungen ernähren (65,33: *sed & pulmonibus alimentum praebeat*), ist aus heutiger Sicht falsch.

65,34-66,8: *notandum vero [...] per totum corpus impellit*: im Fötus ist der rechte Ventrikel von ähnlicher Größe wie der linke, weil er das Blut direkt über den *ductus arteriosus Botalli* in das arterielle Gefäßsystem treibt (siehe Kapitel 6). Wegen der gleichen Größe sind auch beide Ventrikel spitzenbildend (65,37: *ut cor in his (tamquam duplici apice) in cono sit*).

66,9-18: *ultra haec etiam [...] e ventriculis expellerent*: Beschreibung der kardialen Muskelbänder und Sehnenfäden, die von den Papillarmuskeln ausgehen und ein Zurückschlagen der Segelklappen verhindern. Die Muskelbänder bewirken einen komplexen Kontraktionsablauf der Ventrikelsystole (siehe Kapitel 2, 23,17-37).

66,10-11: *quos Aristoteles libro de respiratione & de partibus animalium nervos vocat*: schon Aristoteles hat im Herzen sehnenartige Strukturen (νεῦρα) beschrieben. Dabei handelt es sich neben den Sehnenfäden der Klappen um die Trabekel und Papillarmuskel.¹⁸⁹

Die von Harvey erwähnten Stellen finden sich in *De Partibus Animalium* und in der pseudoaristotelischen Schrift *De spiritu*, die im *Corpus Aristotelicum* unmittelbar auf *De Respiratione* folgt und von Harvey wohl zu letzterer gerechnet wurde:

PA 666b13: ἔχει δὲ καὶ νεύρων πλῆθος ἡ καρδία, καὶ τοῦτ' εὐλόγως· ἀπὸ ταύτης γὰρ αἱ κινήσεις, περαίνονται δὲ διὰ τοῦ ἔλκειν καὶ ἀνιέναι (das Herz besitzt eine große Anzahl von Sehnen und das ist auch sinnvoll: von ihnen geht durch Ziehen und Nachlassen die Bewegung aus).

Spirit. 485a8: ἡ καρδία ἔχει νεῦρα (das Herz besitzt Nerven).

¹⁸⁹ Aristoteles, Über die Teile der Tiere, übers. und erl. von W. Kullmann, Darmstadt 2007, 532.

66,19-25: *hoc autem manifestum [...] corporibus feminis pauciores:* vergleichend anatomische Überlegungen zu den kardialen Muskelbändern (*trabeculae carneae*). Sie sind im linken Ventrikel stärker ausgeprägt, da er einen größeren Widerstand beim Auswurf des Blutes überwinden muss.

66,26-67,2: *in quibus animalibus [...] sanguinem prosequi debuerat:* neuerlich vergleichend anatomische Betrachtungen, um die unterschiedliche Ausprägung der Muskelbänder und Sehnenfäden bei den einzelnen Spezies erklären zu können. Der Unterschied erklärt sich durch die unterschiedlichen Widerstände im Lungen- und systemischen Kreislauf.

67,3-11: *et hinc etiam [...] enervatum cor gerunt:* eine Begründung, warum das Herz in der Mitte des Körpers liegt, hat Harvey nicht gegeben. Man findet sie aber bei Aristoteles: das Wertvollere ist am wertvolleren Ort durch die Natur positioniert worden (*PA 665b20: ἐν τοῖς γὰρ τιμιωτέροις τὸ τιμιώτερον καθίδρυκεν ἡ φύσις*).

Die Stärke der Wand des linken Ventrikels erklärt sich aus dem notwendig höheren Druckaufbau. Kräftig gebaute Menschen haben aus eben diesem Grund ein kräftig gebautes Herz.

67,17-29: *tricuspidēs in introitu [...] illas in dextro exuperant:* Harvey wendet sich nun der Diskussion der Funktion der Herzklappen zu. Er beobachtet richtig, dass die im linken Herzen lokalisierte Mitralklappe exakter schließt (67,28: *ideo valvulae istae mitrales mole, & robore, & exacta clausura, illas in dextro positas exuperant*). Durch eine Undichtheit würde der schon höhere Arbeitsaufwand noch weiter erhöht.

Um den exakten Klappenschluss zu ermöglichen, besitzt die Mitralklappe (die Bezeichnung leitet sich von der Ähnlichkeit zu einer Bischofsmütze ab) im Gegensatz zu den anderen Herzklappen nur zwei Segel.

Die topographisch-anatomische Struktur der Mitralklappe hat nach Harvey möglicherweise Aristoteles bewogen, einen dritten Ventrikel für größere Tiere anzunehmen: *PA 666b21: κοιλίας δ' ἔχουσιν αἱ μὲν τῶν μεγάλων ζώων τρεῖς* (die größeren Lebewesen haben drei Kammern).¹⁹⁰

¹⁹⁰ Zur Problematik der drei Herzkammern siehe: Aristoteles, Über die Teile der Tiere, übers. und erl. von W. Kullmann, Darmstadt 2007, 533-538.

67,29-31: *hinc etiam necessario [...] esse sanguinis debeat:* diese Aussage, dass es kein Herz ohne Ventrikel gibt, ist nicht richtig, und Harvey hat in seinen embryologischen Betrachtungen zum Herzen darauf wiederholt hingewiesen. Wenige Zeilen weiter wird er es neuerlich tun: 67,37: *contra vero aliquibus auricula duntaxat inest animalibus (non autem cordis ventriculus) vel saltem vesica auriculae analogon*). Harvey wird wohl lediglich an die Notwendigkeit eines Speichers für das Blut gedacht haben, den er hier mit *ventriculus* bezeichnet.

67,31-35: *idem vero in cerebro [...] anser tamen non habet:* Exkurs über die Hirnventrikel, die den *liquor cerebrospinalis* enthalten und denen keine spezielle Funktion zukommt. Ob Ventrikel vorhanden sind, hängt nicht von der Größe des Tieres, sondern von der Art ab.

67,35-68,7: *similiter ubicunque [...] aeris magis indigere:* vergleichend anatomische Betrachtungen zum Verhältnis der Ventrikel zu den *auriculae*. Die Anzahl beider ist immer gleich groß.

67,37-68,2: *contra vero [...] auriculae analogon:* zum anscheinenden Widerspruch zu 67,29-31 siehe oben.

68,2-7: *ut videtur in crabronibus [...] aere magis indigere:* Exkurs über die Atmung bei Insekten. Diese atmen über sogenannte Tracheen, kleinste Kanäle, die von der Körperoberfläche in das Innere des Tieres ziehen und sich dort verzweigen. Der Transport der Luft erfolgt durch Druckänderung im Körperinneren.

68,7-8: *sed de his in tractatu de respiratione:* die hier angekündigte Schrift Harveys ist nie erschienen.

68,8-16: *auriculas similiter pulsare [...] & violentius propellat:* Beschreibung der konzertierten Aktionen der *auriculae* und Ventrikel. Harvey hat sie im 4. Kapitel ausführlich beschrieben (cf. 26,8-25). Durch diese aufeinander abgestimmten Kontraktionen wird die Effizienz der Herzaktion wesentlich erhöht.

68,16: *primum vivens, ultimum moriens (ut ante dictum est):* cf. 26,32.

68,16-18: *ut cum ludis pilam [...] impellere poteris*: Harvey vergleicht das Zusammenwirken von *auriculae* und Ventrikel mit einem Ballspiel, wo durch das Zurückprallen des Balles der Impuls noch verstärkt wird.

68,18-25: *quin etiam contra [...] proicitur & transfertur*: eine passive Füllung der Ventrikel in ihrer Dehnung (Diastole) ist nicht möglich (dieses Phänomen wird nur bei einem ausgepressten Schwamm beobachtet), sondern es bedarf einer – von der *auricula* bereitgestellten – Kontraktion. Nach Aristoteles wird jede Ortsbewegung durch Kontraktion eines kleinen Teiles ausgelöst (68,23: *a contractione alicuius particulae*).

68,26-33: *quae veritas de motu locali [...] in corde nervos appellavit*: Exkurs über die Prinzipien der Ortsbewegung (68,26: *quae veritas de motu locali*), wie sie im *Corpus Aristotelicum* dargestellt sind.

68,27: *spiritus motivus*: die *causa finalis* für die Bewegung. Harvey bezieht sich sehr wahrscheinlich auf die pseudoaristotelische Schrift *De Spiritu* (68,28: *ut Aristoteles dicit in libro de spiritu & alibi*): in dieser werden unter anderem auch die Ursachen der Ortsbewegung (Kapitel VII) besprochen: *Spir.* 484b20: ἅμα δὲ καὶ δεῖ γε εἶναι τὸ οὐ ἕνεκα ἐν ᾧ δὴ καὶ τὴν ἀρχὴν εἶναι (gleichzeitig muss es eine Finalursache geben. In diese legen manche den Ursprung (sc. der Bewegung)).

68,29: νεῦρον a νεύω: etymologische Herleitung des Substantives νεῦρον (Sehne) vom Verb νεύω (nicken) und in der Folge Ableitung der biologischen Funktion: Harvey bringt also etymologische Gründe vor, um sein Konzept zu stützen: Das Wort τὸ νεῦρον (die Sehne, bzw. kontraktile Faser) leite sich von νεύω (nicken, neigen) ab, wobei er als Übersetzung dieses Wortes lat. *contraho* (zusammenziehen) angibt. Beides ist falsch: νεῦρον leitet sich von νέω (spinnen) ab,¹⁹¹ und νεύω kann nicht mit *contraho* wiedergegeben werden. Harvey hat die Argumentationslinie von Galen übernommen: *de motu musculorum* K IV 369: κέκληται δ' ἀπ' αὐτῶν τῶν ἐνεργειῶν δυοῖν ὀνόμασιν ἐν ὄργανον, ὅτι νεύειν καὶ τείνειν πέφυκεν (es wird aber das eine Organ (sc. die Sehne) durch ihre Funktionen mit zwei Namen (sc. τὸ νεῦρον, τὸ τόπος) bezeichnet, da es nickt (beugt) und spannt).¹⁹²

¹⁹¹ Frisk, H., Griechisches Etymologisches Wörterbuch II, Heidelberg 1970, 308.

¹⁹² Die zeitgenössische lateinische Übersetzung (Kühn IV, 369) lautet: *nuncupatur autem ab ipsis actionibus unum instrumentum duobus nominibus, eo quod nutare seu flectere et tendere natum est.*

Etymologische Argumente sind in der römischen Fachliteratur seit Varro zu beobachten,¹⁹³ und sind auch in den biologisch-medizinischen Schriften der Frühen Neuzeit nicht ungewöhnlich. So wird in Melanchthons *Liber de Anima* eigens auf die Nützlichkeit der Etymologie hingewiesen (*vocabuli interpretatio addet aliquid lucis et huic definitioni, et aliis multis disputationibus*).¹⁹⁴

68,32-34: *si de motivis organis animalium [...] palam arbiträrer fore:* auch dieses Werk ist, falls es je geschrieben wurde, nicht überliefert.

68,35-69,6: *quin institutum prosequentes [...] cyprino & barbo & aliis:* Harvey nimmt die Diskussion über die *auriculae* wieder auf und beschreibt ihre unterschiedliche Struktur bei verschiedenen Arten. Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Stärke des Ventrikels und der *auriculae*.

69,7-11: *in aliquibus hominibus [...] quanta esset differentia:* Harvey beschreibt eine Hypertrophie der rechten *auricula*, wie sie beim Lungenhochdruck beobachtet wird. Überhaupt zeigt das rechte Herz Variationen im Aufbau der inneren Wandstrukturen (69,10: *quanta esset differentia*).

69,12-26: *sed notandum, quod in foetu [...] in arteriam transfundit:* exakte Beschreibung der bereits wiederholt dargestellten embryonalen Entwicklung des Herzens (cf. Kapitel 6, 35-37 und oben 65,34-66,8). Der rechte Ventrikel muss in dieser Entwicklungsphase einen größeren Widerstand überwinden als *postpartal*, weshalb er auch kräftiger ausgebildet ist. 65,17: (*ut dicitur*) *in lacte est:* unklare Formulierung. Eventuell ist mit diesem Ausdruck die Lage des Fötus innerhalb der Fruchtblase gemeint. Harvey bespricht auch wieder die frühe Ausbildung des Herzens am befruchteten Hühnerei (cf. Kapitel 4, 27,31-28,10).

69,22: *officium faciens publicum:* mit diesem Begriff ist die Funktion des Herzens für die anderen Körperteile gemeint.

69,27-32: *sic natura perfecta [...] haec alibi confirmanda sunt:* stark teleologisch gefärbte Entwicklungsgeschichte des Herzens, die eine Evolution der Ausbildung des Herzens von den

¹⁹³ So findet sich etymologisches Argumentieren auch in den Praefationes eines Scribonius Largus und Columella (Vorrede zu 6. Buch). Siehe: Römer, F., Zum Vorwort des Scribonius Largus. Literarischer Schmuck einer Rezeptsammlung, Wiener Studien 100 (1987), 128.

¹⁹⁴ Phil. Melanthonis, *Liber de Anima*, in: *Corpus Reformatorum* vol. XIII, ed. C.G.Bretschneider, Halle 1846, 13.

niederen zu den höheren Lebewesen zeigt. Diese Erkenntnis konnte nur durch embryologische Untersuchungen gewonnen werden. Harvey nennt in diesem Kontext zwei zentrale aristotelische Argumente, welche die Existenz des Herzens begründen sollen:

1. Die Natur macht nichts umsonst (*PA* 658a8: οὐδὲν γὰρ ἡ φύσις ποιεῖ μάτην).
2. Die Natur schreitet in der Entwicklung der Lebewesen kontinuierlich fort (*PA* 681a12: ἡ γὰρ φύσις μεταβαίνει συνεχῶς).

69,29: *iisdem gradibus in formatione cuiuscunque animalis, transiens per omnium*

animalium constitutiones: Harvey beschreibt hier die sachlich richtigen Beobachtungen, dass in der Ausformung des Embryos die Entwicklung der ontologisch niedrigeren Tiere nachgebildet wird. Diese Fakten haben aber mit dem zu behandelnden Thema wenig zu tun. Er betont selbst, diese Phänomene in einem anderen Werk (*alibi*) bestätigt zu haben. Es kann sich dabei aber nicht um seine *Exercitationes de Generatione Animalium* handeln, da dieses Werk erst 1651 erschienen ist; um welche Schrift es sich handelt, bleibt somit unklar.

69,33-35: *denique non immerito [...] nempe contentum sanguinem:* Harvey bezieht sich auf die Schrift *De Corde* aus dem *Corpus Hippocraticum*. Schon in dieser wahrscheinlich vorhellenistischen Schrift wird das Herz als Muskel bezeichnet (*De Corde* IX 82,14 (Littré): ἡ καρδίη μῦς ἐστὶ κάρτα ἰσχυρός (das Herz ist ein sehr kräftiger Muskel).

69,36-70,9: *insuper ex fibrarum constitutione [...] protrudere existimandum est:* die Funktion des Herzens, der Ablauf der Kontraktion wird durch den Verlauf der Muskelfasern (*fibrae*) bestimmt. Siehe die ausführliche Besprechung im Kapitel 2, 23,17-37.

70,10-23: *nec minus Aristoteli [...] omnis potestas derivetur & dependeat:* Harvey betont die führende Rolle des Herzens im Organismus. Der Abschnitt wirkt wie ein „Lob des Herzens.“ Der gesamte Organismus hängt von ihm ab, es entsteht als erstes Organ, es ist unabhängig von den anderen.

Dass das Herz eine Empfindung hat (70,15: *sensum*) und wie ein eigenständiges Tier (70,17: *cor, tanquam animal quoddam internum*) sich im übrigen Körper verhält, stammt von Aristoteles:

Juv. 469a17: εἰ τὸ ζῆν ἐν τούτῳ τῷ μορίῳ πᾶσιν ἐστὶ, δῆλον ὅτι καὶ τὴν αἰσθητικὴν ἀρχὴν ἀναγκαῖον (wenn das Leben in diesem Organ seinen Sitz hat, muss notwendigerweise auch das Prinzip der Wahrnehmung dort sein).

PA 666b16: ἡ δὲ καρδία, καθάπερ εἶπομεν καὶ πρότερον, οἷον ζῷον τι πέφυκεν ἐν τοῖς ἔχουσιν (wie wir schon gesagt haben, ist das Herz wie ein Tier, bei denjenigen, die eines besitzen).

In einer Art Ringkomposition kehrt nun Harvey nahe am Ende der Schrift zum Vergleich des Herzens mit der Position des Fürsten im Staat (70,20: *cor (tanquam in republica princeps)*) zurück (cf. Widmung an den König).

70,24-27: at amplius [...] prorumpentis sanguinis: Besprechung des Wandbaues der Gefäße (Arterien und Venen), welche die Zirkulation des Blutes bestätigen.

Die *arteria venosa* im Bereich des linken Herzen ist *de facto* eine Vene (deshalb in der zeitgenössischen Medizin *venae pulmonales* genannt), sie führt das Blut aus den Lungen dem linken Ventrikel zu (zur Problematik der Nomenklatur siehe Kapitel 2 Glosar anatomischer und medizinischer Fachtermini). Als Venen pulsieren sie nicht, da sie das Blut nicht direkt von einem pulsierenden Ventrikel erhalten.

Die *vena arteriosa* (modern *arteria pulmonalis*) pulsiert, sie erhält das Blut direkt vom rechten Ventrikel.

Der Wandbau der Arterien im modernen Sinne ist wegen des höheren Druckes stärker (70,28: *cur arteriae in suae tunicae crassitie, & robore tantum a venis differant*).

Dieser kurze Abschnitt ist wie die rhetorischen Fragen im Proömium (pp.15 – 18) durch eine Häufung des Fragepartikels *cur* gekennzeichnet, so, als ob nun doch jeder von der neuen Lehre überzeugt sein müsste.

70,28-71,3: hinc cum natura [...] quasi partitus imminuitur: nach abermaliger Betonung des sinnhaften Agierens der Natur (70,30: *cum natura perfecta nihil facit frustra*) beschreibt Harvey den Aufbau der kleinen Arterien, der sich nicht wesentlich von dem der Venen unterscheidet, da die Druckwirkung auf die Gefäße kontinuierlich abnimmt.

71,4-12: adeo ut ultimae divisiones [...] digitorum percipere potuerim: Beschreibung des Kapillarpulses. Normalerweise kann in den Kapillaren kein Puls getastet werden. Unter besonderen Umständen ist er aber nachweisbar. Dies ist besonders bei einer Dilatation dieses Gefäßgebietes der Fall, wie er bei Entzündungen und besonders auch Fieber auftritt. Für Harvey ist es im Besonderen ein Hinweis für das Vorliegen eines hohen Fiebers. Ein Fieber wurde zu dieser Zeit nicht durch ein – noch nicht vorhandenes – Thermometer, sondern durch charakteristische Pulsqualitäten (*pulsus frequens, pulsus mollis*) diagnostiziert.

71,11-12: *ex compressione digitorum [...] pulsu digitorum percipere potuerim:* der Kapillarpuls ist besonders gut an den Akren (Nagelbett) nachweisbar.

71,13-15: *ex altera parte [...] debilioribus & morituris:* Beschreibung der Auswirkung einer Hypotonie auf die Perzeption des Pulses. Eine Hypotonie kann auch durch eine schlechte Herzfunktion (71,13: *quando cor languidius pulsatur*) ausgelöst werden.

71,16-19: *hic ne decipiantur [...] si ligatura compressae fuerint:* Mahnung an die Chirurgen, dass es sich bei starken Blutungen, wie sie bei chirurgischen Eingriffen auftreten, immer um arterielle Blutungen handelt (71,18: *sanguis cum vi prosiliens semper exit ab arteria*). Ein pulsierender Blutaustritt muss bei kleinen Arterien und bei Ligaturen nicht unbedingt vorhanden sein.

71,20-31: *praeterea cur vena arteriosa [...] respondentis crassitie, robore habent:* die *vena arteriosa* (modern Lungenschlagader) hat wohl den Wandbau einer Arterie, aber ihre Wand ist nicht so kräftig gebaut wie die der *aorta*. Der Grund sind die unterschiedlichen Druckverhältnisse. Der Druck im rechten Ventrikel und somit auch in der *vena arteriosa* ist geringer als der in der *aorta*, da der Widerstand im pulmonalen Stromgebiet geringer als der im großen Kreislauf ist. Die Wandstärken spiegeln die Druckverhältnisse wider.

71,32-35: *hinc quibus animalibus [...] in tunicam crassitie:* Bestätigung des zuvor Gesagten durch vergleichend-anatomische Betrachtungen: haben die Ventrikel keine Trabekel (71,34: *villi*), unterscheiden sich die Arterien nur unbedeutend von den Venen bezüglich der Wanddicke, da nur geringe Drucke in den Ventrikeln und Arterien vorliegen.

71,33: *villis:* Harvey verwendet in seiner Schrift den Begriff *villus* nur hier. Er bezeichnet damit die faserhaften Strukturen, die sich in den Ventrikeln finden, also die Sehnenfäden, die die Klappensegel fixieren und die muskulären Trabekel. Eine Definition des Begriffes gibt *Andreas Laurentius* in seiner *Historia Anatomica*, Venedig 1600, 116: *villi seu fibrae, Graecis ἴνες dicuntur; licet nomen hoc etiam nervis & tendonibus accommodari possit (villi oder fibrae, von den Griechen werden sie als Fasern bezeichnet; es könnte diese Bezeichnung auch für die Nerven und Sehnen angewendet werden).*

71,36-72,15: *amplius cur pulmones [...] alendis pulmonibus sit necessarium*: die letzten Absätze sind neuerlich als rhetorische Fragen, wie sie auch im Proömium vorkommen, formuliert und sollen endgültig die Existenz des Blutkreislaufs bestätigen. Sie wiederholen teils bereits unmittelbar zuvor vorgebrachte Argumente.

71,36-72,5: *amplius cur pulmones [...] & officina perfectionis est*: die hier von Harvey vorgebrachte Erklärung für die Größe der *arteria venosa* (modern Lungenvene) ist nicht richtig. Die Lungen fungieren, wie auch das Herz, nicht als Blutspeicher. Es muss aber das gesamte Blut des Körpers durch dieses Gefäß fließen, sodass dadurch seine Größe eine Erklärung findet.

72,2: *monitu Aristotelis*: wohl Hinweis auf *De Partibus Animalium* 666a7: αὕτη γὰρ ἐστὶν ἀρχὴ καὶ πηγὴ τοῦ αἵματος ἢ ὑποδοχὴ πρώτη. ἐκ τῶν ἀνατομῶν δὲ κατάδηλα μᾶλλον ταῦτα, καὶ ἐκ τῶν γενέσεων (es (sc. da Herz) ist der Ursprung und die Quelle des Blutes, es ist sein erstes Reservoir. Das ist bei der Sektion und bei der Entstehung klar erkenntlich).

72,5: *officina perfectionis*: Konzept des Aristoteles der Verkochung der Nahrung zu Blut (*Juv.* 469b9: ἀναγκαῖον δὴ ταύτης τὴν ἀρχὴν τῆς θερμότητος ἐν τῇ καρδίᾳ τοῖς ἐναίμοις εἶναι [...] ἐργάζεται γὰρ καὶ πεττεῖ τῷ φυσικῷ θερμῷ τὴν τροφὴν πάντα, μάλιστα δὲ το κυριώτατον (der Ursprung der Wärme ist bei den Bluthältigen notwendigerweise im Herzen gelegen [...]) Alle Körperteile verarbeiten und verkochen die Nahrung durch die natürliche Wärme, besonders das führende Organ).

72,6-15: *cur similiter arteriam venosam [...] alendis pulmonibus sit necessarium*: noch einmal Betonung, dass beide Ventrikel Blut enthalten.

Das Problem des Wandbaus und der Nomenklatur der *vena arteriosa* und der *arteria venosa* wurde wenige Absätze zuvor schon eingehend besprochen.

72,16-21: *haec omnia phaenomena [...] explicare*: abschließend betont Harvey, wie schon im ersten Satz des ersten Kapitels von *De Motu Cordis* und in seiner Dedikation an John Argent sowie im Proömium, dass diese Wahrheit über den Blutkreislauf nur durch die Sektion gewonnen werden konnte. Auf andere Weise wäre es sehr schwer, die anatomischen

Verhältnisse zu erkennen. Harvey ist sich klar, dass seine neue Lehre im Widerspruch zur *communis opinio* steht. Eine heftige Auseinandersetzung sollte folgen.¹⁹⁵

¹⁹⁵ Siehe meinen Aufsatz: William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu cordis et Sanguinis in Animalibus* im Diskussionsfeld der zeitgenössischen Kritik, in: Acta Conventus Neolatini Vindobonensis. Proceedings of the 16th International Congress of Neolatin Studiis, Leiden 2018, 615-628.

7.6 Harveys wissenschaftliche Methode – Aristoteles und Francis Bacon

In der Einleitung zu dieser Arbeit wurde bereits darauf hingewiesen, dass im 16. und 17. Jahrhundert umfassende Änderungen im wissenschaftlichen Weltbild auftraten. Dieser Umbruch war mit einer Emanzipation von den antiken Autoritäten, im Besonderen von Aristoteles, verbunden und erst dadurch ermöglicht worden. Wesentliche und entscheidende neue Aspekte waren die Forderung nach experimenteller Prüfung von Hypothesen und die Quantifizierung, d.h. mathematische Beschreibung, von Naturphänomenen, welche letztere Aristoteles entschieden abgelehnt hatte (*Metaph.* 995a15: τὴν ἀκριβολογίαν τὴν μαθηματικὴν οὐκ ἐν ἅπασιν ἀπαιτητέον, ἀλλ' ἐν τοῖς μὴ ἔχουσιν ὕλην. διόπερ οὐ φυσικὸς ὁ τρόπος· ἅπαντα γὰρ ἴσως ἢ φύσις ἔχει ὕλην (die Exaktheit der Mathematik ist nicht überall zu fordern, sondern nur bei den Dingen, die keine Materie besitzen. Deshalb ist dies nicht eine Methode für die Naturwissenschaft, alle Natur ist nämlich mit Materie verbunden).

In Harveys epochalem Werk finden sich besonders in den Kapiteln 1 – 7 und 15 – 17 eine Reihe teleologischer Argumentationslinien, die den starken Einfluss der klassischen aristotelischen Naturphilosophie bezeugen,¹⁹⁶ indem sie von der Vorstellung eines zielgerichteten, vernünftigen Handelns der Natur geprägt sind – *natura nihil facit frustra* (z. B. 70,30). Aristoteles hat der Natur ein sinnhaftes Handeln zugestanden und dieser teleologischen Betrachtungsweise eine weitaus größere Bedeutung beigemessen als der Materie: *PA* 641b25: ὥστε εἶναι φανερόν ὅτι ἔστι τι τοιοῦτον, ὃ δὴ καὶ καλοῦμεν φύσιν (es ist also offensichtlich, dass etwas existiert, was wir Natur nennen), *PA* 642a17: ἀρχὴ γὰρ ἢ φύσις μᾶλλον τῆς ὕλης (denn die Natur ist in einem höheren Grade Ursache als die Materie). Die Kapitel 8 – 14 zeigen hingegen eine völlig neue wissenschaftliche Methode, in der systematische Experimente und quantitative Überlegungen schließlich zum Nachweis des Blutkreislaufes führen sollten.

Es soll in diesem Abschnitt an Hand der unterschiedlichen wissenschaftlichen Methoden, die Harvey anwendet, untersucht und beurteilt werden, ob neben Aristoteles andere, zeitgenössische (besonders Giacomo Zabarella und Galileo Galilei), Naturforscher auf seine Arbeitsweise Einfluss ausgeübt haben. Es ist im Besonderen auch zu klären, inwieweit die von Francis Bacon vorgeschlagene neue wissenschaftliche Methode bei der Entdeckung des

¹⁹⁶ Pagel, W., William Harvey's Biological Ideas, Basel 1967, 28f.

Blutkreislaufes eine Rolle gespielt hat. Bacon, der an Gicht litt, war in den späten 1610er und frühen 1620er Jahren Harveys Patient.¹⁹⁷ In *De Motu Cordis* hat ihn Harvey allerdings wie auch in seiner zweiten großen Schrift *De Generatione Animalium* nie erwähnt.

7.6.1 Aristotelismus Paduaner Prägung und Galileo Galilei

Harvey studierte in den Jahren 1599(?) – 1602 von einer kurzen Unterbrechung abgesehen in Padua, dem damals führenden Zentrum für Naturphilosophie und der medizinischen Forschung in Europa – fair Padua, nursery of arts.¹⁹⁸ Sein Lehrer war der berühmte Anatom Hieronymus Fabricius ab Aquapendente, dessen intensive embryologische Studien Harvey wesentlich beeinflusst haben,¹⁹⁹ wie die vielen embryologischen Verweise in *De Motu Cordis* zeigen, welche zur Hypothesengeneration entscheidend beigetragen haben.

In Padua hatte sich in Opposition zu den konservativen Schulen von Oxford, Cambridge und besonders Paris, welche die fruchtlosen Diskussionen der Scholastik weiter pflegten,²⁰⁰ eine naturwissenschaftlich ausgerichtete aristotelische Schule entwickelt, die im Wesentlichen durch Pietro Pombenazzi (1462 – 1525), Giacomo Zabarella (1533 – 1589) und Cesare Cremonini (1550 – 1631) repräsentiert wurde.²⁰¹

Der Professor für Logik und Naturphilosophie, Giacomo Zabarella, hatte den aristotelischen Methodenbegriff, wie er im Organon, besonders in der Zweiten Analytik, dargestellt ist, erstmals metaphysikfrei abgehandelt und in seinem monumentalen Werk, den *Opera Logica*,²⁰² dargestellt. Er unterscheidet zwischen einem *ordo compositivus sive syntheticus*, der von Prinzipien bzw. Axiomen ausgeht und zur systematischen Darstellung bereits gewonnener Forschungsergebnisse dienen soll, und einem *ordo resolutivus sive analyticus*, der von Einzelbeobachtungen, als den Wirkungen, auf die Ursachen schließt. Der *ordo compositivus* geht hingegen von Ursachen aus und begründet die Wirkungen, er entspricht der deduktiven Methode und dem damals traditionellen aristotelischen Wissenschaftsbegriff, der die Festlegung der *causa finalis* in der naturwissenschaftlichen Forschung in den Mittelpunkt

¹⁹⁷ Wright, T., *Circulation. William Harvey's revolutionary idea*, London 2012, 138.

¹⁹⁸ Shakespeare, W., *The taming of the shrew*, act I, scene 1, 2.

¹⁹⁹ Siehe oben Kommentar zu 55, 7.

²⁰⁰ Lesky, Erna, *Harvey und Aristoteles*, *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* 41 (1957), 289-316.

²⁰¹ Schupp, F., *Geschichte der Philosophie im Überblick*, Band 3 *Neuzeit*, Hamburg 2003, 30-35.

²⁰² Zabarella, I., *Opera Logica*, Köln 1597. Die folgenden Zeilen zur aristotelischen Naturphilosophie Paduaner Prägung sind aus Schupp, F., *Geschichte der Philosophie im Überblick*, Band 3 *Neuzeit*, Hamburg 2003, 30-35 entnommen.

stellt: *Metaph.* 983a25: τότε γὰρ εἶδέναι φαμὲν ἕκαστον, ὅταν τὴν πρώτην αἰτίαν οἰώμεθα γνωρίζειν (wir sagen dann ein jedes Ding zu erkennen, wenn wir seine erste Ursache zu kennen glauben), *PA* 639b15: φαίνεται δὲ πρώτη ἢν λέγομεν ἕνεκὰ τινος· λόγος γὰρ οὗτος (es scheint die erste Ursache die zu sein, welche wir die des Zweckes nennen). Die Kapitel 15 – 17 von *De Motu Cordis* sind dem *ordo compositivus* verpflichtet.

Zabarella hat hingegen den *ordo resolutivus sive analyticus* als maßgeblich für die empirischen Wissenschaften angesehen. Er entspricht der induktiven Methode moderner Terminologie: *Opera Logica*, 268D: *Methodus autem resolutiva est syllogismus ex propositionibus necessariis constans, qui a rebus posterioribus, & effectis notioribus ad priorum & causarum inventionem ducit* (Aber die resultative Methode ist ein Schluss, der aus notwendigen Voraussetzungen besteht. Er geht vom Späteren und bekannteren Wirkungen aus und führt zur Auffindung des Ersteren und der Ursachen).²⁰³ Für den konservativen Aristotelismus war hingegen der Weg von den Ursachen zu den Einzeldingen – dem teleologisch Späteren – entscheidend (*APo.* 94a20: ἐπεὶ δὲ ἐπίστασθαι οἰώμεθα ὅταν εἰδῶμεν τὴν αἰτίαν, αἰτίαι δὲ τέτταρες, μία μὲν τὸ τί ἦν εἶναι, μία δὲ τὸ τίνων ὄντων ἀνάγκη τοῦτ' εἶναι, ἑτέρα δὲ ἢ τι πρῶτον ἐκίνησε, τετάρτη δὲ τὸ τίνος ἕνεκα (Denn wir glauben ein Wissen zu besitzen, wenn wir die Ursachen kennen. Es gibt aber vier Ursachen: eine ist das „was es ist“, eine „was es sein muss, dass dies mit Notwendigkeit so ist“, eine weitere „das erste bewegende Prinzip“, die vierte, „weshalb etwas ist“). In der Biologie fallen die erstgenannte und vierte Ursache zusammen, die zweite Ursache entspricht dem zugrundeliegenden Stoff, der Materie und den Teilen der Tiere, das erste bewegende Prinzip führt allgemein ein Ding von seiner Potentialität in seine Realisierung und ist in der Biologie mit der Entstehung von Leben verbunden (*Ph.* 202a11: οἷον ὁ ἐντελεχεῖα ἄνθρωπος ποιεῖ ἐκ τοῦ δυνάμει ὄντος ἀνθρώπου ἄνθρωπον (wie der wirklich existierende Mensch aus dem der Möglichkeit nach bestehenden Menschen einen Menschen macht). Mit dieser Betonung der Erkenntnis erster

²⁰³ In der aristotelischen Terminologie sind die Einzeldinge später als das Allgemeine und die Prinzipien. Aristotels thematisiert die Problematik *APo.* 71b33f.: πρότερα δ' ἐστὶ καὶ γνωριμώτερα διχῶς· οὐ γὰρ ταῦτον πρότερον τῇ φύσει καὶ πρὸς ἡμᾶς πρότερον, οὐδὲ γνωριμώτερον καὶ ἡμῖν γνωριμώτερον. **λέγω δὲ πρὸς ἡμᾶς μὲν πρότερα καὶ γνωριμώτερα τὰ ἐγγύτερον τῆς αἰσθήσεως, ἀπλῶς δὲ πρότερα καὶ γνωριμώτερα τὰ πορρωτέρων. ἔστι δὲ πορρωτάτω μὲν τὰ καθόλου μάλιστα, ἐγγυτάτω δὲ τὰ καθ' ἕκαστα· καὶ ἀντίκειται ταῦτ' ἀλλήλοις** (das Frühere und Bekanntere wird in zweifacher Weise aufgefasst: es ist nämlich nicht dasselbe für die Natur und für uns früher und bekannter. **Ich bezeichne das für uns Frühere und Bekanntere, was bezüglich der sinnlichen Wahrnehmung näher liegt, das schlechthin aber Frühere und Bekanntere das Entferntere. Es ist das Entferntere besonders das Allgemeine**, das Nächste das Einzelne, beide sind einander entgegengesetzt).

Ursachen war aber keine Wissenschaft möglich, die auf praktische Anwendbarkeit ausgerichtet war.²⁰⁴

Zur Zeit Harveys in Padua war Cesare Cremonini Zabarella auf den Lehrstuhl für Naturphilosophie gefolgt. Er stellt im Gegensatz zu seinem Vorgänger wieder das Allgemeine in den Vordergrund und betont so die Superiorität der Philosophie über die Medizin, die an den Einzeldingen interessiert ist.²⁰⁵ Er war aber auch ein Freund Galileis, der seit 1592 ebenfalls in Padua wirkte, und sah den *metodo resolutivo* und *metodo compositivo* als gleichberechtigte Elemente des Forschungsprozesses an, in dem der *metodo resolutivo* die im *metodo compositivo* aufgestellten Hypothesen überprüft.²⁰⁶ Er hat zudem – wohl durch die Zusammenarbeit mit Galilei – die Mathematik als grundlegenden Faktor für die Naturwissenschaften erkannt und war insofern ein Vermittler der naturwissenschaftlichen Methodik des Galilei.²⁰⁷

Harveys Beschreibung seiner wissenschaftlichen Methode im Vorwort von *De Generatione Animalium*²⁰⁸ zeigt weitgehende Parallelen zur aristotelischen Methodologie Paduaner Prägung, indem er für die naturwissenschaftliche Forschung den induktiven Weg, den *ordo resultativus sive analyticus*, präferiert: *De Generatione Animalium* 24: *quapropter (cordate Lector!) nolo mihi, de Generatione animalium scribenti, quicquam credas: ipsos oculos tuos mihi testes, & iudices appello. Quoniam enim scientia omnis perfecta, iis principiis innititur, quae ex sensu compertis originem ducunt; singulari cura enitendum, ut per frequentes animalium dissectiones, eadem perspecta & explorata habeas. Secus si feceris, opinionem quidem tumidam, & fluctuantem acquires; solidam autem, certamque scientiam non assequeris* (deshalb (kluger Leser!) will ich nicht, dass du mir, wenn ich über die Entstehung der Lebewesen schreibe, irgend etwas nur glaubst: deine Augen selbst rufe ich als Zeugen und Richter an. Jede perfekte Wissenschaft stützt sich nämlich auf die Prinzipien, welche von den Erfahrungen mittels der Sinne ihren Ausgangspunkt nehmen. Mit außerordentlicher Sorgfalt musst du dich bemühen, dass du vermittels häufiger Sektionen von Tieren diese (sc.

²⁰⁴ Aristoteles hat durchaus gesehen, dass die wissenschaftliche Erkenntnis von den Einzeldingen ausgehen muss, wie er es in *Ph.* 184a14f. zum Ausdruck bringt: δῆλον ὅτι καὶ τῆς περὶ φύσεως ἐπιστήμης πειρατέον διορίσασθαι πρῶτον τὰ περὶ τὰς ἀρχάς. πέφυκε δὲ ἐκ τῶν γνωριμωτέρων ἡμῖν ἢ ὁδὸς καὶ σαφεστέρων ἐπὶ τὰ σαφέστερα τῇ φύσει καὶ γνωριμώτερα (es ist klar, dass wir auch in der Naturwissenschaft versuchen müssen, zuerst Bestimmungen bezüglich der Ursachen zu treffen. Es ergibt sich von dem für uns Bekanteren und Sichereren der Weg zum der Natur nach Sichereren und Bekanteren).

²⁰⁵ Leinkauf, T., *Grundriss der Philosophie des Humanismus und der Renaissance*. Band 2, Hamburg 2017, 1628f.

²⁰⁶ Schupp, F., *Geschichte der Philosophie im Überblick*, Band 3 Neuzeit, Hamburg 2003, 34.

²⁰⁷ Leinkauf, T., *Grundriss der Philosophie des Humanismus und der Renaissance*. Band 2, Hamburg 2017, 1629.

²⁰⁸ Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651, 24.

Beobachtungen) klar und zuverlässig besitzt. Machst du es anders, erwirbst du nämlich nur eine aufgeschwollene und schwankende Meinung, eine feste und sichere Wissenschaft wirst du nicht erreichen). Auch in *de motu cordis* betont Harvey wiederholt die Bedeutung der direkten Beobachtung und lehnt die unreflektierte Übernahme tradierter Lehren ab (siehe z. B. Dedikation an John Argent 8,17f.).

Galileo Galilei führte konsequent die Quantifizierung und damit Mathematisierung der Naturwissenschaften ein. Die Sprache der Natur sei eine mathematische (*l'universo è scritto in lingua matematica*), schreibt er in seinem *Saggiatore*. In den biologischen Wissenschaften hat erstmals Harvey in *De Motu Cordis* eine Quantifizierung bei der Kalkulation der zirkulierenden Blutmenge im 9. Kapitel beschrieben und so die wissenschaftliche Forschung revolutioniert. Ohne diese Quantifizierung wäre die Entdeckung des Blutkreislaufes schwer möglich gewesen.

7.6.2 Francis Bacon und das *Novum Organon*

Francis Bacon hat in seinem *Novum Organon* eine neue Forschungsstrategie vorgeschlagen, die unter Verzicht auf die Untersuchung der Finalursachen nicht den Beweis von Aussagen durch Argumente – wie zum Beispiel der von Harvey so häufig benutzten Analogieschlüsse – sondern die Entdeckung neuer Ursachen und Grundsätze durch Experimente fordert. Aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen sollten wieder neue Experimente geplant werden (*Novum Organon I a117: ex operibus et experimentis causas et axiomata, atque ex causis et axiomatibus rursus nova opera et experimenta (ut legitimi Naturae Interpretes), extrahamus* (leiten wir aus Werken und Experimenten Ursachen und Grundsätze und aus den Ursachen und Grundsätzen wieder neue Werke und Experimente (wie legitime Interpreten der Natur) ab). Es ist die Betonung der Bedeutung des Experimentes, was Bacons Methode auszeichnet: das Experiment wird ausdrücklich in den allgemeinen Begriff der Wissenschaft einbezogen:²⁰⁹ *Novum Organon I a99: tum vero de scientiarum ulteriore progressu spes bene fundabitur, quum in Historiam Naturalem recipientur et aggregabuntur complura experimento, quae in se nullius sunt usus, sed ad inventionem causarum et axiomatum tantum faciunt; quae nos lucifera experimenta, ad differentiam fructiferorum, appellare consuevimus* (weilers kann aber die Hoffnung auf einen weiteren Fortschritt der Wissenschaften gut begründet werden, wenn in die Naturwissenschaft eine große Anzahl von Experimenten aufgenommen und gesammelt werden. Diese haben in sich keinen unmittelbaren Nutzen, aber

²⁰⁹ Schupp, F., *Geschichte der Philosophie im Überblick*, Band 3 Neuzeit, Hamburg 2003,64.

tragen wesentlich zur Auffindung von Ursachen und Grundsätzen bei. Wir nennen diese für gewöhnlich „lichtbringende“ Experimente in Abgrenzung zu den „fruchtbringenden.“).

Das Experiment dient somit der Hypothesengeneration und wird auch so von Harvey angewandt. Experimente dienen aber nur dann der wissenschaftlichen Erkenntnis, wenn sie genau geplant und zielgerichtet durchgeführt werden: *Novum Organon I a50: sed omnis verior interpretatio naturae conficitur per instantias, et experimenta idonea et apposita; ubi sensus de experimento tantum, experimentum de natura et re ipsa iudicat* (aber jede richtigere Naturerklärung kommt durch Einzelfälle und geeignete angewandte Experimente zustande. Es urteilt da der Sinn nur über die Experimente, das Experiment über die Natur und die Sache selbst). Harveys Experimente mit unterschiedlichen Ligaturen zur Feststellung der Flussrichtung des Blutes sind ein typisches Beispiel dieser Methode.

Betrachtet man die in *De Motu Cordis* von Harvey angewandten Methoden, ergibt sich folgendes Bild:

- Nach Beschreibung der bekannten anatomischen Sachverhalte in den Kapiteln 1 – 7 (die Beobachtungen erfolgten besonders bei der Vivisektion), erfolgt am Beginn des 8. Kapitels die Hypothesengeneration: 41,29: *coepi egomet mecum cogitare, an motionem quandam quasi in circulo haberet*. Dieser Abschnitt ist einem Aristotelismus Paduaner Prägung verpflichtet, der die induktive Methode, den *ordo resultativus sive analyticus*, in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Betrachtung stellt.
- In den Kapiteln 8 – 13 werden systematisch geplante Experimente zur Bestätigung der Hypothese dargestellt. Diese Abschnitte, besonders das Kapitel 13, sind durch die neue Wissenschaft Bacons ausgezeichnet. Quantitative Überlegungen zeigen den Einfluss Cesare Cremoninis, der die methodologische Rolle der Mathematik für die Naturwissenschaften betont hat.
- Im Kapitel 14 wird das Ergebnis präsentiert.
- Die Kapitel 15 – 17 zeigen auf deduktivem Weg die Konsequenzen der neuen Lehre auf, indem sie unterschiedliche medizinische Phänomene erklären. Teleologische Aspekte im Sinne eines konservativen Aristotelismus spielen darin eine große Rolle.

Harveys Methode kann als eine Kombination von induktiven experimentellen Untersuchungen und (zweifellos durch aristotelische Teleologie gefärbtem) rationalem Denken beschrieben werden. Dies ist ein auch von Bacon gefordertes Verfahren (*Novum Organon* I a95: *itaque ex harum facultatum (experimentalis scilicet et rationalis) arctiore et sanctiore foedere (quod adhuc factum non est) bene sperandum est*). Im 14. Kapitel, anlässlich der Präsentation der Ergebnisse der Experimente und der neuen Lehre, spricht Harvey seinen Erfolg eben dieser Kombination – Experiment und rationales Denken – der Methoden zu; und dies mit Worten, die direkt aus dem *Novum Organon* entnommen scheinen: *haec confirmata sint omnia, et rationibus et ocularibus experimentis*. Doch steht bei Bacon das Experiment an erster Stelle, bei Harvey ist es hingegen das teleologisch ausgerichtete Denken.

Harvey hat sein Werk mit drei Kapiteln enden lassen, die völlig der aristotelischen Biologie verpflichtet sind. Er hat es auch im aristotelischen Geiste (teleologisch ausgerichtete Analogieschlüsse) im Sinne einer Ringkomposition begonnen. Dazwischen steht eine Methodologie, die in nicht unwesentlichen Aspekten der Methodologie Zabarellas und seines Nachfolgers Cremonini und Francis Bacon verpflichtet ist.

Die von Bacon geforderte Abwendung von der Untersuchung der Finalursachen hat Harvey nicht mittragen können, das teleologisch ausgerichtete Denken spielt in der Formulierung seiner Hypothesen zumindest die gleiche Rolle wie das induktive, auf Experimenten beruhende Schließen. Dass er aber in seinen späteren Jahren dem Streben nach der Klärung der *causa finalis* nicht mehr uneingeschränkt verbunden war, zeigt sein zweiter Lehrbrief an einen seiner erbittertsten Gegnern, den Anatomen der Sorbonne, Jean Riolan, in dem er eingesteht, dass viele Fakten in der Physiologie, Pathologie und Therapie ohne Klärung der Finalursache anzuerkennen sind (Harvey, W., *Exercitatio altera, ad J. Riolanum: Ad eos qui circulationem repudiant, quia neque efficientem, neque finalem causam vident, cui bono? (de quo adhuc nihil adiunxi, sed restat demonstrandum): prius in confesso esse debet, quod sit, antequam propter quid, inquirendum: nam, ex iis quae in circulatione et hac posita obveniunt, usus et utilitates investigandae sunt. Interim dicam, quot sunt in physiologia, pathologia, et therapeia recepta, quorum causas non novimus, esse tamen, nullus dubitat?*).²¹⁰

²¹⁰ Harvey, W., *Exercitatio altera, ad J. Riolanum*. In: Harvey, W., *Exercitationes duae anatomicae de circulatione sanguinis*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1958, 135f.

(Gegenüber denjenigen, die das Konzept des Blutkreislaufes mit der Frage, wozu er gut sei, da sie die *causa efficiens* und *causa finalis* nicht sehen, verwerfen (darüber habe ich bislang nichts hinzugefügt und es muss noch aufgezeigt werden), antworte ich: Es muss zu allererst klar ausgesprochen sein (*in confesso esse*), was existiert, bevor man die Frage, weshalb es so ist, untersucht. Denn von den Phänomenen, die bei der Zirkulation des Blutes auftreten und hier niedergelegt sind, ausgehend, sollen der Gebrauch und der Nutzen erforscht werden.

Inzwischen möchte ich festhalten: wie viele Dinge werden nicht in der Physiologie, Pathologie und Therapie akzeptiert, deren Gründe wir nicht kennen, von denen aber keiner anzweifelt, dass sie existieren). Diese Betonung des Nutzens der Naturwissenschaft bestätigt neuerlich den starken Einfluss Francis Bacons auf Harveys Denken. Vor Bacon wurde die Freiheit von praktischen Zielsetzungen als wesentlicher Bestandteil einer theoretischen Erkenntnis angesehen,²¹¹ erst Bacon hat auf die Bedeutung der praktischen Erkenntnis hingewiesen und ihr den gleichen Stellenwert wie der Theorie zugemessen: *Novum Organon II, 4: ista autem duo pronuntiata, activum et contemplativum, res eadem sunt; et quod in Operando utilissimum, id in Sciendo verissimum* (diese beiden Aussagen, die für das Handeln und die für die Betrachtung, sind ein und dasselbe: und was im Handeln besonders nützlich ist, ist im Wissen in hohem Grade wahr).

Aristoteles ist in *De Motu Cordis* immer präsent, Francis Bacon wird hingegen nie genannt, obwohl ihn Harvey sehr gut gekannt hat. Es ist verschiedentlich behauptet worden,²¹² dass sich bei Harvey keinerlei Hinweise auf einen Einfluss Bacons finden, bzw. wie sich Walter Pagel ausdrückt:²¹³ „Indeed there is little that is Baconian and much that is Aristotelian in Harvey’s background, in his leanings and in his choice of subjects and method.“ Auf Grund der geschilderten wissenschaftlichen Methode Harveys und auch wörtlicher Anspielungen auf Bacons *Novum Organon* muss hingegen eine konträre Auffassung vertreten werden.

William Harvey konnte sich von seinem *dux* Aristoteles nicht trennen und damit auch der neuen Wissenschaft, repräsentiert durch Männer wie Galilei und Bacon, nicht uneingeschränkt folgen. Er war ein Vertreter einer Generation der Zeitenwende, und die *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* ist in diesem Sinne ein Spiegel der Epochengrenze.

²¹¹ Schupp, Franz, Geschichte der Philosophie, Band 3 Neuzeit, Hamburg 2003, 60f.

²¹² Wright, T., Circulation. William Harvey’s Revolutionary Idea, London 2012, 138f.

²¹³ Pagel, W., William Harvey’s Biological Ideas, Basel 1967, 23.

7.6.3 Die Idee des Kreislaufs des Blutes vor Harvey

In diesem Abschnitt soll die Frage beleuchtet werden, inwieweit William Harvey als „Entdecker“ des Kreislaufs bezeichnet werden kann.

Gemeinhin wird die Meinung vertreten, Harvey habe als erster den Blutkreislauf beschrieben. Forderungen nach einer kreisförmigen Bahn des Blutes im Körper sind allerdings bereits in den Jahrzehnten vor Harvey aufgestellt worden und lassen sich in ihrer philosophisch-theologischen Begründung bis auf Platon zurückführen.²¹⁴

Giordano Bruno (1548 – 1600) hatte bereits im Jahre 1591 in seinem Werk *De Rerum Principiis et Elementis et Causis* die kreisförmige Bewegung des Blutes beschrieben, wobei er als *causa efficiens* nicht die mechanische Funktion des Herzens, sondern die Wirkung einer *virtus vitalis* sah (*De Rerum Principiis et Elementis et Causis* 521:²¹⁵ *sicut a corde virtus, quam spiritalem appellant ad totum corpus vitalis effunditur, et a toto corpore ad cor, tanquam a centro ad circumferentiam et a circumferentia ad centrum sphaerae progressionem facta (...) Sanguis enim, qui in corpore animalis in circulum movetur, quia vectorem spiritum ibi sortitur*).

(So wird vom Herzen das Prinzip des Lebens (*virtus vitalis*), welches man das geistförmige (*spiritalem*) nennt, in den ganzen Körper ausgegossen, und gelangt vom gesamten Körper wieder zum Herzen; und wie es vom Zentrum zur Zirkumferenz fortschreitet, so auch von der Zirkumferenz zum Zentrum der Kreisbahn (*sphaerae*): (...) **Das Blut nämlich, das im Körper des Lebewesens im Kreise bewegt wird**, weil es dort als Passagier den *spiritus* erlangt)

Brunos Argumentation ist nicht so sehr biologisch begründet, sondern eher der Philosophie des Neoplatonismus verpflichtet.²¹⁶

Den Fluss des Blutes vom rechten Ventrikel zum linken Herzen hat als erster **Michael Servetus** (1511 – 1553) in den *Christianismi Restitutio*,²¹⁷ einem theologischen Werk, im Jahre 1553 beschrieben. Diesen Weg fordert er, um die Anreicherung des Blutes mit *spiritus vitalis* (dem Lebensprinzip) in den Lungen zu ermöglichen (*Christianismi Restitutio. De*

²¹⁴ Pagel, W., *William Harvey's Biological Ideas*, Basel 1967, 89f.

²¹⁵ Bruno, J., *De Rerum Principiis et Elementis et Causis*, in: *Opera latine conscripta III*, ed. F. Tocco & H. Vitelli, Florenz 1891, 521.

²¹⁶ Pagel, W., *William Harvey's Biological Ideas*, Basel 1967, 103f.

²¹⁷ Servetus, M., *Christianismi Restitutio. De Trinitate Libri Septem*, Vienne 1553.

Trinitate V, 170f.: generatur (sc. spiritus) ex facta in pulmonibus mixtione inspirati aeris cum elaborato subtili sanguine, quem dexter ventriculus cordis sinistro communicat. Fit autem communicatio haec non per parietem cordis medium, ut vulgo creditur, sed magno artificio a dextro cordis ventriculo, longo per pulmones ductu, agitatur sanguis subtilis: a pulmonibus praeparatur, flavus efficitur: et a vena arteriosa, in arteriam venosam transfunditur. Deinde in ipsa arteria venosa inspirato aere miscetur, expiratione a fuligine repurgatur).

(Es entsteht der *spiritus* durch eine in den Lungen stattgehabte Mischung aus Einatemluft und besonders fein präpariertem Blut, welches der rechte Ventrikel des Herzens dem linken übermittelt. Dieser Transfer geschieht aber nicht, wie man allgemein glaubt, über die Herzscheidewand. Das Blut wird vielmehr mit großer Kunstfertigkeit vom rechten Ventrikel des Herzens durch einen langen Weg über die Lungen getrieben, und von den Lungen wird eine sehr feine Art Blut zubereitet, es wird hell: und wird von der Pulmonalarterie in die Lungenvenen hinübergeleitet. Dann wird es in den Lungenvenen mit Einatemluft gemischt und von Ausdünstungen durch die Ausatmung gereinigt.)

Servetus hat somit überraschend genau die Topologie und die Funktion der Lungenstrombahn, sowie die Änderung der Farbe (*flavus efficitur*) durch die Einwirkung der Einatemluft (Sauerstoff) beschrieben. Er scheint auch bereits gewisse Vorstellungen von einem großen Kreislauf gehabt zu haben, da er den Übertritt des *spiritus vitalis*, also des sauerstoffreichen Blutes, über Anastomosen in die Venen beschreibt: *Christianismi Restitutio. De Trinitate V, 169: vitalis est spiritus, qui per anastomoses ab arteriis communicator venis, in quibus dicitur naturalis* (es ist der *spiritus vitalis*, der über Anastomosen von den Arterien den Venen mitgeteilt wird und dort *spiritus naturalis* genannt wird).

Harvey dürfte mit den Vorstellungen des Servetus nicht vertraut gewesen sein, da dessen Bücher im Jahre der Publikation (1553) der *Christianismi Restitutio* wegen Häresie verbrannt wurden und auch Servetus selbst den Tod am Scheiterhaufen erlitt.

Ein sehr ähnliches Konzept bezüglich der Lungenstrombahn hat auch **Realdus Columbus** (1516 – 1559) vertreten und 1559 in den *De Re Anatomica Libri XV* publiziert (siehe Einleitung). Columbus stand ab 1538 in engem Kontakt mit Vesalius in Padua, ob er sein Schüler war, ist nicht klar. Jedenfalls hatte er in den Jahren 1541 – 1544 zeitweise die Vertretung des Lehrstuhls von Vesalius übernommen, der zum Zwecke der Publikation seiner *De Humani Corporis Fabrica* in Basel beschäftigt war. Die kanonische Lehre vom

Blutübertritt durch die Herzscheidewand hatte bereits Vesalius in seiner zweiten Ausgabe von *De Humani Corporis Fabrica* 1555 in Frage gestellt (siehe Seite 20), es scheint also die Problematik des Blutflusses vom rechten in das linke Herz in der Paduaner Anatomenschule diskutiert worden sein.

Harvey hat zweifellos Gelegenheit gehabt, die Schriften der beiden Anatomen während seiner Zeit in Padua kennenzulernen. Die Vorstellungen des Columbus wie auch seine fachliche Argumentation hat er in *De Motu Cordis* übernommen (siehe oben) und Columbus in seiner Schrift auch mehrmals genannt.

Als eigentlicher Vorläufer Harveys gilt aber **Andrea Cesalpino** (1525 – 1603). Er war in den Jahren 1544 – 1548 in Pisa ein Schüler des Columbus. In seinen 1571 erschienenen *Quaestionum Peripateticarum Libri V*²¹⁸ hat er dessen Vorstellungen zum Lungenkreislauf vertreten: *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, 111E: *huic sanguinis circulationi ex dextro cordis ventriculo per pulmones in sinistrum eiusdem ventriculum optime respondent ea quae ex dissectione apparent* (mit dieser Zirkulation des Blutes aus dem rechten Ventrikel des Herzens über die Lungen in dessen linken Ventrikel korrespondieren die Beobachtungen, die sich bei der Sektion zeigen). Auch die Argumentationslinie, die die Größenverhältnisse der Herzgefäße und die Funktion der Herzklappen betrachtet, hat er von seinem Lehrer übernommen. Harvey wird sie in seinen *De Motu Cordis* ebenfalls verwenden (Kapitel 6). Er geht auch auf die Wandstruktur der *vena arteriosa* (nach neuer Nomenklatur: Lungenschlagader) ein, die wie die einer Arterie aufgebaut ist: *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, 111F: *pulsat igitur in pulmone vas dextri ventriculi, hoc enim e corde recipit ut Arteria magna, & similiter fabricatum est eius corpus. Vas autem sinistri ventriculi non pulsat, quia introducit tantum, & eius corpus simile est reliquis venis* (es pulsiert das Gefäß des rechten Ventrikels in der Lunge. Es nimmt nämlich wie die große Arterie (i. e. Aorta) vom Herzen (das Blut) auf und es ist ihre Wandstruktur ähnlich aufgebaut. Das Gefäß des linken Ventrikels (i. e. *arteria venalis*, nach neuer Nomenklatur: Lungenvene) pulsiert aber nicht, weil es nur (das Blut in den linken Ventrikel) einleitet und ihr Wandaufbau ist der wie bei den übrigen Venen). Cesalpino hat auch bereits die Problematik der Nomenklatur erkannt, wenn er 111F schreibt: *appellantes venas vasa omnia quae in dextrum ventriculum desinunt: arterias autem quae in sinistrum: figmenta multa & absurditates excogitantes ut usum invenirent* (sie nennen alle Gefäße Venen, welche im rechten Ventrikel, Arterien aber, die im

²¹⁸ Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticorum Libri V*, Venedig 1571.

linken Ventrikel enden. Sie erdenken sich viele Unwahrheiten und Absurditäten, damit sie die Funktion ausfindig machen). Die Vorstellung eines Übertrittes des Blutes vom rechten Ventrikel in den linken hat Cesalpino aber noch nicht ganz verworfen: *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, 112A: *partim per medium septum, partim per medios pulmones refrigerationis gratia ex dextro in sinistrum transmittitur* (es (das Blut) wird teils durch das Septum, teils zum Zwecke der Kühlung, über die Lungen vom rechten in den linken Ventrikel verfrachtet).

Harvey diskutiert die Problematik der vom Herzen weg führenden Gefäße mehrfach in *De Motu Cordis* (z. B. Kapitel 17, 70,24-27) und führt auch gleiche Argumente wie Columbus und Cesapino an (*De Motu Cordis* 70,24-27: *at amplius circa arterias plurima similiter veritatem hanc illustrant & confirmant, cur arteria venosa non pulsatur, cum numeretur inter arterias? aut cur in vena arteriosa pulsus sentitur? quia pulsus arteriarum sanguinis impulsio est* (weitere illustrieren und bestätigen viele Aspekte über die Arterien diese Wahrheit in ähnlicher Weise: warum pulsiert die *arteria venosa* nicht, obwohl sie zu den Arterien gezählt wird, oder warum wird in der *vena arteriosa* ein Puls wahrgenommen? Es ist ja der Puls der Arterien ein Impuls des Blutes).

Cesalpino hat auch schon klare Vorstellungen zur Zirkulation des Blutes gehabt, indem er bereits 1583 in *De Plantis*, 3²¹⁹ schreibt: *nam in animalibus videmus alimentum per venas duci ad cor tanquam ad officinam caloris insiti, & adepta inibi ultima perfectione per arterias in universum corpus distribui agente spiritu, qui ex eodem alimento in corde gignitur* (bei den Tieren sehen wir, dass die Nahrung über die Venen zum Herzen wie zu einem Herd der inneren Wärme transportiert und, nachdem dort die letzte Veredelung erfolgt ist, über die Arterien durch die Wirkung des *spiritus*, der aus derselben Nahrung im Herzen entsteht, im ganzen Körper verteilt wird). Eine exakte Beschreibung des Blutkreislaufs findet sich auch in den 1593 erschienenen *Quaestionum Medicarum Libri II*.²²⁰ Die Erklärung findet Cesalpino wiederum wie Harvey im anatomischen Aufbau des Herzens *Quaestionum Medicarum Libri III*, 234B: *cordis meatus ita a natura paratos esse, ut ex vena cava intromissio fiat in cordis ventriculum dextrum, unde patet exitus in pulmonem: ex pulmone praeterea alium ingressum esse in cordis ventriculum sinistrum, ex quo tandem patet exitus in arteriam Aortam, membranis quibusdam ad ostia vasorum appositis, ut impediunt retrocessum: sic enim perpetuus quidam motus est ex vena cava per cor & pulmones in arteriam Aortam* (die

²¹⁹ Cesalpino, A., *De Plantis Libri XVI*, Florenz 1583.

²²⁰ Cesalpino, A., *Quaestionum Medicarum Libri II*, Venedig 1593.

Öffnungen des Herzens sind von der Natur so angeordnet, dass von der Hohlvene ein Einstrom in den rechten Ventrikel des Herzens entsteht, von wo aus ein Ausgang zur Lunge offensteht. Aus der Lunge besteht dann ein anderer Eingang in den linken Ventrikel des Herzens, von wo aus ein Ausgang in die Aorta offensteht. Einige Klappen sind an den Öffnungen so angebracht, dass sie den Rückfluss behindern: so ist eine gewisse kontinuierliche Bewegung (des Blutes) von der Hohlvene über das Herz und die Lungen in die Aorta vorhanden). Cesalpino nimmt so weitgehend die Idee des Kreislaufs vorweg und verwendet Argumente, die denen Harveys weitgehend entsprechen. Interessant ist auch, dass Cesalpino wie Harvey die Natur als *causa efficiens* ansieht (*ita a natura paratus*) und so in einer aristotelischen Tradition steht.

Die Idee eines Kreislaufs des Blutes lag am Ende des 16. Jahrhunderts sozusagen in der Luft, bzw. war auch schon mehrfach ausgesprochen worden. Das Konzept scheint der Paduaner Anatomenschule entsprungen und intensiv diskutiert worden zu sein: Vesalius hat als erster den Blutübertritt durch die Herzscheidewand in Frage gestellt. Sein Schüler bzw. Kollege Columbus hat das Konzept des Lungenkreislaufs entworfen und dessen Schüler Cesalpino den großen Kreislauf vorgezeichnet. Diese Vorstellungen wurden allerdings noch nicht systematisch durch Experimente verifiziert. Es sollte das große Verdienst Harveys sein, mit den Methoden einer neuen Wissenschaft den Beweis für dessen Existenz zu liefern.

7.7 Nachwirkung

Harveys Entdeckungen wurden unterschiedlich aufgenommen. Die erste schriftliche und dabei auch positive Erwähnung von *De Motu Cordis* erfolgte in der 1629 erschienenen *Medicina Catholica* des **Robert Fludd** (1574 – 1637). Er war Arzt und Freund Harveys und hat dessen Vorstellung von der Systole des Herzens als der entscheidenden Phase der Herzfunktion geteilt.

An die Adresse **Jean Riolans** (1580 – 1657), der die neue Konzeption der Kreislaufphysiologie völlig abgelehnt hat, hat Harvey drei Lehrbriefe verfasst und darin versucht, seine Argumentation durch neue Experimente und auch Analogieschlüsse zu erhärten.²²¹

²²¹ Harvey, W., *Exercitationes duae Anatomicae de Circulatione Sanguinis*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1958.

Harveys entschiedenster Gegner war der deutsche Anatom Kaspar Hofmann (1572 – 1648), der die Kreislauflehre vollständig mit polemischen Argumenten abgelehnt hat.²²² Harvey hatte mit ihm in Padua studiert und war vor der Diskussion um den Kreislauf auch mit ihm befreundet.²²³

Die wissenschaftsgeschichtlich wohl bedeutsamste Nennung erfolgte im Jahre 1637 in den *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*²²⁴ von **René Descartes**. Er war einer der Ersten, die sich öffentlich zur neuen Lehre bekannt haben.²²⁵ Descartes formulierte, wie schon Bacon vor ihm, eine neue Methode in der Wissenschaft, die eine Abwendung von philosophischen Argumentationen hin zu systematischen experimentellen Untersuchungen forderte (*Discours de la méthode* 14,7: *Je ne dirai rien de la philosophie, sinon que, voyant qu'elle a été cultivée par les plus excellents esprits qui aient vécu depuis plusieurs siècles, et que néanmoins il ne s'y trouve encore aucune chose dont on ne dispute, et par conséquent qui ne soit douteuse.*²²⁶ 46,18: *en démontrant les effets par les causes*).²²⁷

In seiner Darstellung der Kreislaufphysiologie zitiert er Harvey als Beispiel für die richtige Anwendung dieser neuen Methode (*Discours de la méthode* 51,6: *Mais si on demande comment le sang des veines ne s'épaise point, en coulant ainsi continuellement dans le coeur, et comment les artères n'en sont point trop remplies, puisque tout celui qui passe par le coeur s'y va rendre, je n'ai pas besoin d'y répondre autre chose que ce qui a déjà été écrit par un médecin d'Angleterre, auquel il faut donner la louange d'avoir rompu la glace en cet endroit, et d'être le premier qui a enseigné qu'il y a plusieurs petits passages aux extrémités des artères, par où le sang qu'elles reçoivent du coeur entre dans les petites branches des*

²²² Siehe Anm. 135.

²²³ Wright, T., *Circulation, William Harvey's revolutionary idea*, London 2012, 195f.

²²⁴ Descartes, R., *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*, Leyden 1637.

²²⁵ Lindeboom, G., A., *The reception in Holland of Harvey's theory of the Circulation of the blood*. *Janus* 46 (1957), 192.

²²⁶ „Von der Philosophie will ich nur soviel sagen: Ich sah, dass sie von den ausgezeichnetsten Köpfen einer Reihe von Jahrhunderten gepflegt worden ist und dass es gleichwohl noch nichts gibt, worüber nicht gestritten würde und was folglich nicht zweifelhaft wäre.“ Übersetzung von L. Gäble, in: Descartes, R., *Von der Methode*, Hamburg 1960, 7.

²²⁷ „Dass ich die Wirkung von den Ursachen ableite.“ Übersetzung von L. Gäble, in: Descartes, R., *Von der Methode*, Hamburg 1960, 37.

*veines, d'où il va se rendre derechef vers le coeur; en sorte que son cours n'est autre chose qu'une circulation perpétuelle).*²²⁸

Harvey, der scheinbar konservative Aristoteliker, ist auf diese Weise für die Nachwelt ein Vertreter der neuen Wissenschaft geworden.

²²⁸ „Fragt man jedoch, wie es kommt, dass das Blut in den Venen nicht versiegt, wenn es dauernd so ins Herz fließt, und dass die Arterien sich nicht damit überfüllen, da sich alles durchs Herz gehende Blut in sie ergießt, so brauche ich darauf nur das zu antworten, was bereits von **einem englischen Mediziner** geschrieben worden ist, dem das Lob gebührt, in diesem Punkte das Eis gebrochen und als erster gelehrt zu haben, dass es viele kleine Gänge an den Enden der Arterien gibt, durch die das Blut, das sie vom Herzen empfangen, in die kleinen Verzweigungen der Venen eintritt, von wo es wieder zum Herzen zurückfließt, sodass sein Weg nichts anderes ist als ein beständiger Kreislauf.“ Übersetzung von L. Gäble, in: Descartes, R., Von der Methode, Hamburg 1960, 41.

8. Bibliographie

Primärliteratur

Alexander von Aphrodisias, *De Anima cum Mantissa*, in: *Supplementum Aristotelicum, Voluminis II Pars I*, ed. I. Bruns, Berlin 1887.

Antike Heilkunst, Ausgewählte Texte, ed. J. Kollesch & D. Nickel, Stuttgart 1994.

Anselm von Canterbury, *Cur Deus Homo*, ed. F. S. Schmitt O.S.B., Darmstadt 1986.

Aristoteles, *Opera I – II*, ed. I. Bekker, Berlin 1831.

Aristoteles, Kleine naturwissenschaftliche Schriften, übers. v. E. Dönt, Stuttgart 1997.

Aristoteles, Über die Teile der Tiere, übers. und erl. von W. Kullmann, Darmstadt 2007.

Athenaius, *Dipnosophistarum libri XV*, ed. G. Kaibel, Stuttgart 1985.

Augustinus, *De Civitate Dei contra Paganos Libri XXII*, ed. B. Dombart & A. Kalb, Stuttgart 1993.

Avicenna, *Liber Canonis, de Medicinis Cordialibus et Cantica*, Basel 1556.

Bacon, F., *De Augmentis Scientiarum*, in: *The works of Francis Bacon, Vol. I*, London 1858 (Nachdruck Stuttgart 1963).

Bacon, F., *Novum Organum I*, hrsg. W. Krohn, Hamburg 1999.

Bruno, J., *De Rerum Principiis et Elementis et Causis*, in: *Opera latine conscripta III*, ed. F. Tocco & H. Vitelli, Florenz 1891.

Celsus, *De medicina I*, ed. W. G. Spencer, London 1971.

Cesalpino, A., *Ars Medica*, Rom 1602.

Cesalpino, A., *De Plantis Libri XVI*, Florenz 1583.

Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, Venedig 1571.

Cesalpino, A., *Quaestionum Peripateticarum Libri V*, Venedig 1593.

Cicero, *Orator*, ed. R. Westmann, Leipzig 1980.

Columbus, R., *De Re Anatomica Libri XV*, Venedig 1559.

Descartes, R., *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la verité dans les sciences*, Leyden 1637.

Descartes, R., *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la verité dans les sciences*, herausg. und übers. v. L. Gäbe, Hamburg 1960.

Erasmus v. Rotterdam, D., *Adagia*, Basel 1523.

Fabricius ab Aquapendente, H., *De venarum ostioliis*, Frankfurt 1624.

Fracastorius, H., *Syphilidis, sive Morbi Gallici, libri tres, ad Petrum Bembum*, Basel 1536.

Fracastoro's *Syphilis*, Introduction, Text, Translation and Notes, ed. G. Eatough, Liverpool 1984.

Galenus, *Claudii Galeni Opera omnia I – XX*, ed. C. G. Kühn, Leipzig 1821 – 1833.

Galenus, *De placitis Hippocratis et Platonis*, ed. Ph. De Lacy (= CMG V 4,1,2), Berlin 1978-1984.

Galen, *On Respiration and the Arteries*, ed. and transl. D. J. Furley und J. S. Wilkie, Princeton 1984.

Galenus, C., *Cl. Galeni Pergamieni Asiani, excellentissimi semper, post unicum Hippocratem, medici ab omnibus habiti opera quae ad nos extant omnia, partim iam pridem, partim penitus recens, a viris doctissimis in Latinam linguam conversa, & nunc multis recentissimis translationibus per Ianum Cornarium Medicum Physicum ornata: ab eodemque recognita ex toto, & innumeris locis restitutis absolutissima*, Basel 1549.

Harvey, W., *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628.

Harvey, W., *Exercitationes Anatomicae de Motu Cordis et Sanguinis Circulatione*, Rotterdam 1660.

Harvey, W., *Anatomical Studies on the Motion of the Heart and Blood*, ed. and transl. C. D. Leake, Springfield 1928.

Harvey, W., *Movement of the Heart and Blood in Animals*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1957.

Harvey, W., *Exercitationes duae Anatomicae de Circulatione Sanguinis*, ed. and transl. K. J. Franklin, Oxford 1958.

Harvey, W., *Exercitationes de Generatione Animalium*, Amsterdam 1651.

Hippokrates, *Magni Hippocratis Opera Omnia I*, ed. D. C. G. Kühn, Leipzig 1825.

Hippocrates, *Oeuvres complètes d'Hippocrate I-X*, ed. E. Littré, Paris 1839 – 1861.

Hofman, C., *Apologia pro Galeno, duobus tomis divisa, XPHΣTOMAΘEIQN Libri tres*, Lyon 1668.

Horatius, *Opera*, ed. D. R. Shackleton Bailey, Leipzig 2001⁴.

Laurentius, A., *Historia Anatomica Humani Corporis*, Paris 1600.

Linné, Carl von, *Systema Naturae*¹², Stockholm 1766 – 1768.

Melanchthon P., *Phil. Melanthonis Liber de Anima*, in: *Corpus Reformatorum* vol. XIII, ed. C. G. Bretschneider, Halis Saxonum 1846.

Platon, *Opera I – V*, ed. I. Burnet, Oxford 1900 – 1907.

Plinius, *Naturalis historiae libri XXXVII*, ed. L. Jan, K. Mayhoff, Leipzig 1892 – 1909 (Nachdr. 1967 – 2002).

Riolanus, I., *Encheridium Anatomicum et Pathologicum*, Paris 1658.

Rolfincius, G., *Dissertationes Anatomicae Methodo Synthetica Exaratae Sex Libris Comprehensae*, Nürnberg 1656.

Servetus, M., *Christianismi Restitutio. De Trinitate Libri Septem*, Nürnberg 1553.

Timaeus Locrus, *De Natura Mundi et Animae*, ed. W. Marg, Leiden 1972.

Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1543.

Vesalius, A., *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, Venedig 1555.

Terence, *Comoediae*, ed. R. Kauer & W. M. Lindsay, Oxford 1961.

Zabarella, I., *Opera Logica*, Köln 1597.

Lexika

Bonitz, H., *Index Aristotelicus*, Berlin 1870 (Nachdruck Graz 1955).

Glossarium mediae et infimae latinitatis conditum a Carolo Du Fresne, domino Du Cange. Auctum a monachis Ordinis S. Benedicti cum supplementis integris D. P. Carpenterii, Adelungii, aliorum, suisque digessit G. A. L. Henschel sequuntur Glossarium gallicum,

tabulae, indices auctorum et rerum, dissertationes. Editio nova aucta pluribus verbis aliorum scriptorum a Léopold Favre, Niort: Favre 1883 – 1887.

Der Neue Pauly, Stuttgart 2003 – 2012.

Dictionaire universel, historique, critique et bibliographique, Tome VII, Basel 1556.

Frisk, H., Griechisches Etymologisches Wörterbuch II, Heidelberg 1970.

Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch, Berlin 2004²⁶⁰.

Ripa, C., Iconologia Overe Descriptione Di Diverse Imagini cavate dall`antichità, & di propria inventione, Rom 1603.

Thesaurus linguae Latinae (CD-ROM-Edition), Stuttgart 2003².

Sekundärliteratur

Ackrill, J.L., Aristoteles, Berlin 1985.

Curtius, E. R., Europäische Literatur und lateinisches Mittelalter, Bern/München 1963⁴.

Ferner, H., Staubesand, J., Lehrbuch der Anatomie II: Eingeweide und Kreislauf, München 1975.

Fritzsche, R. A., Der Magnet und die Atmung in antiken Theorien, RhM 57 (1902), 363-391.

Furley D.J., Wilkie J.S., Galen on respiration and the arteries, Princeton 1984.

Ganong`s Review of Medical Physiology, New York 2010.

Genz, H., Nothingness. The science of empty space, New York 1999.

Janson, T., Latin prose prefaces. Studies in literary conventions, Stockholm 1964.

Kaftan, O. J., OSB, *Ora et labora* – (k)ein benediktinisches Motto. Eine Spurensuche, *EuA* 90 (2014), 415-421.

Keynes, G., *A Bibliography of the Writings of Dr. William Harvey*, Cambridge 1953.

Lesky, E., Harvey und Aristoteles, *Sudhoffs Archiv* 41 (1957), 289-316.

Leinkauf, T., *Grundriss Philosophie des Humanismus und der Renaissance. Band 2*, Hamburg 2017.

Lindeboom, G. A., The reception in Holland of Harvey's theory of the circulation of the blood, *Janus* 46 (1957), 183-200.

Link, H. F., *Über die Pflanzenthiere überhaupt und die dazu gerechneten Gewächse besonders*, Berlin 1831.

Norden, D. P., Microcosm and Macrocosm in Seventeenth-Century Literature, *Journal of the History of Ideas* (1977), 409-428.

Pagel, W., *William Harvey's Biological Ideas*, Basel 1967.

Pagel, W. William Harvey revisited, *History of Science* 8 (1969), 1 – 31.

Pagel, W., *New Light on William Harvey*, Basel 1976.

Plochmann, G. P., William Harvey and his Methods, *Studies in the Renaissance* 10 (1963), 192-210.

Popper, K., *Logik der Forschung*, Tübingen 1982.

Römer, F., Zum Vorwort des Scribonius Largus. Literarischer Schmuck einer Rezeptsammlung, *Wiener Studien* 100 (1987), 125-132.

Sadler, T. W., *Medizinische Embryologie*, Stuttgart 2003.

Schreiner, S. M., Herz-Sonne-König. Literatur, Topik und Medizin in William Harveys Widmungsadressen zur *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* (1628), Wiener Humanistische Blätter 51 (2009), 58-89.

Schneeweiß, B., Platons Biologie und Krankheitslehre, Dissertation, Wien 2011.

Schneeweiß, B., William Harveys *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, Diplomarbeit, Wien 2013.

Schneeweiß, B., William Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* im Diskussionsfeld der zeitgenössischen Kritik, in: Acta Conventus Neolatini Vindobonensis. Proceedings of the 16th International Congress of Neolatin Studiis, Leiden 2018, 615-628.

Schreiber, W., Mathys, F. K., Infectio. Ansteckende Erkrankungen in der Geschichte der Medizin, Basel 1986.

Schupp, F., Geschichte der Philosophie im Überblick, Band 3 Neuzeit, Hamburg 2003.

Stückelberger, A., Antike Atomphysik, München 1979.

Weil, E., William Fitzer, the publisher of Harvey`s *de motu cordis*, 1628, The Library s4-XXIV, Issue 3-4 (1944), 142-164.

Wright, T., Circulation. William Harvey`s Revolutionary Idea, London 2012.

Zirnstein, G., William Harvey, Leipzig 1977 (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner 28).

9. Abstract

Harveys *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* gilt als eines der bedeutendsten wissenschaftlichen Werke der Frühen Neuzeit. Es ist zu einer Zeit entstanden, da sich die naturwissenschaftliche Forschung vom übermächtigen Einfluss des Aristoteles und seiner Teleologie zu lösen versuchte und sich, wie es Francis Bacon forderte, von den Finalursachen ab- den Gesetzmäßigkeiten der Materie zuwandte.

Vorliegende Dissertation bietet erstmals einen kritischen Text der Erstausgabe mit Übersetzung und Zeilenkommentar. Zudem wurde die Arbeitsweise Harveys genauer untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass in *De Motu Cordis* neben starken teleologischen Aspekten im Sinne eines konservativen Aristotelismus besonders auch die induktive Methode Bacons und der neuen aristotelischen Schule Paduaner Prägung zur Anwendung kamen und erstmals in den biologischen Wissenschaften und der Medizin quantitative Betrachtungen und Analysen herangezogen wurden, die erst die revolutionierenden neuen Vorstellungen zur Kreislaufphysiologie ermöglichten.

Harvey's „*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*“ is known as one of the most important scientific works of the Early Modern Age. It was composed in a time when attempts were made to disengage natural scientific research from Aristotle's ubiquitous influence, and, like Francis Bacon demanded, to turn away from final causes towards natural laws of matter.

This dissertation presents a critical text of Harvey's first edition including a translation and line commentary. Furthermore, it examines Harvey's working method. It shows that in “*De Motu Cordis*” the inductive method of Bacon and the new Aristotelian school of Padua were applied in combination with strong teleological aspects for which a conservative Aristotelianism is known. It was the first time that quantitative considerations and analyses were carried out in biological sciences and medicine, which revolutionised ideas held in physiology of blood circulation.

10. Anhang

Abbildung 1: Die Venenklappen: Tabula V aus Fabricius, H., *De Venarum Ostiis*, Frankfurt 1624.

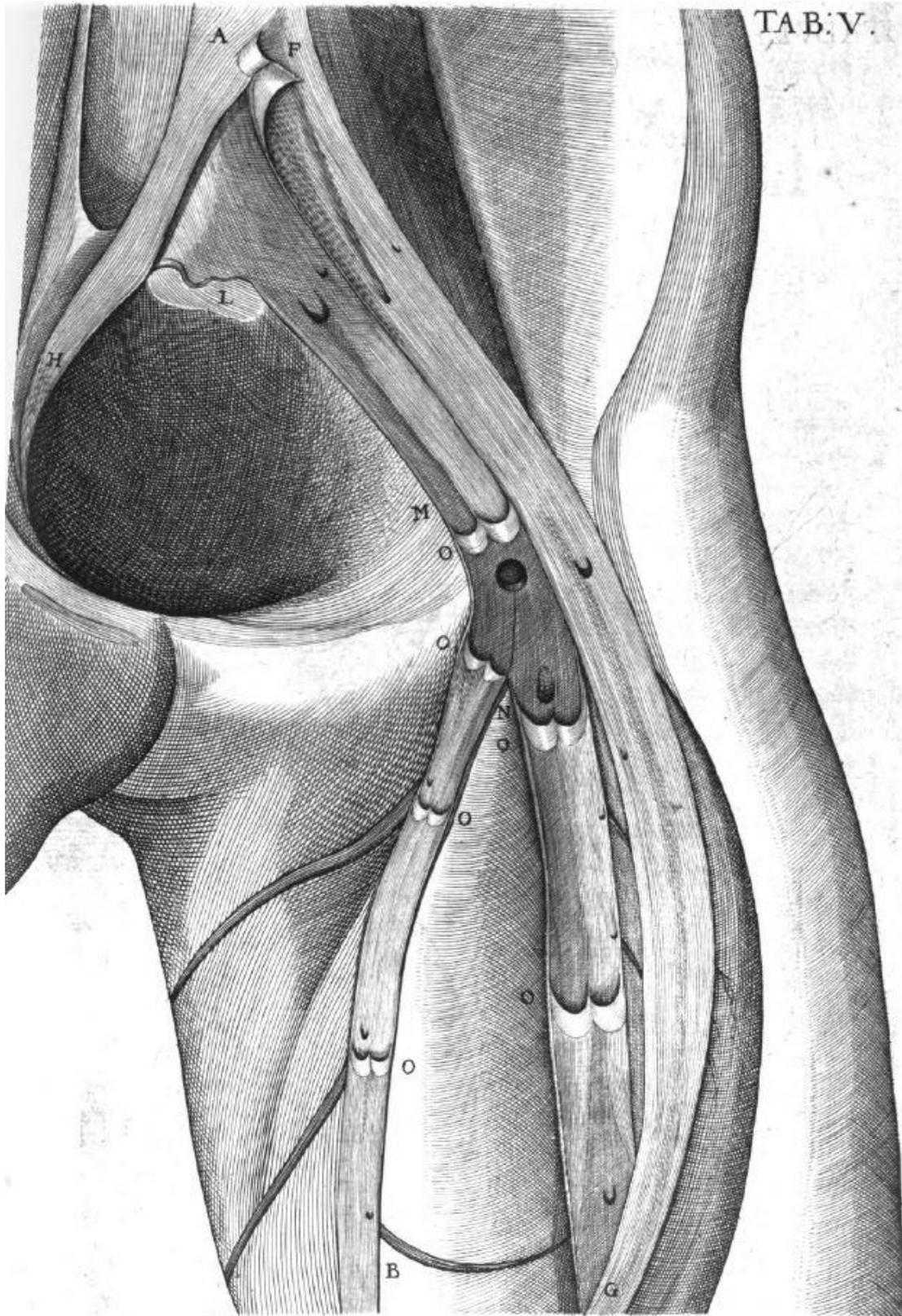


Abbildung 2: Das 14. Kapitel aus *De Motu Cordis*: die Beschreibung des Blutkreislaufes

58 EXERCITATIO ANATOMICA

catione, tantum sanguinis hoc modo per vnius venæ partem, in non lōgo tempore transmissum reperies, vt de circuitu sanguinis, ab eius celeri motu, te persuasissimum puto sentires.

Sed ne hoc experimento naturæ vim afferre dicas, in longe distantibus valuulis, illud si feceris, obseruando, ablato pollice, quam cito quā celeriter sanguis sursum percurrat, & venam ab inferiori parte repleat, illud ipsum exploratum tibi fore non dubito.

C A P V T X I V.

Conclusio demonstrationis de sanguinis circuitu.

IAm denique nostram de circuitu sanguinis sententiam ferre, & omnibus proponere liceat.

Cum hæc confirmata sint omnia, & rationibus & ocularibus experimentis, quod sanguis per pulmones & cor, pulsu ventriculorum pertranseat, & in vniuersum corpus impellatur, & immittatur, & ibi in venas & porositates carnis obrepit, & per ipsas venas vndique de circumferentia ad centrum ab exiguis venis in maiores remeet, & illinc in venam cauam, ad auriculam cordis tandem veniat, & tanta copia, tanto fluxu, refluxu, hinc per arterias illuc, & illinc per venas huc retro, vt ab assumptis suppeditari non possit, atque multo quidem maiori (quā sufficiens erat nutritioni) prouentui. Necessarium est concludere circulari quodam motu in circuitu agitari in animalibus sanguinem; & esse in perpetuo motu, & hanc esse actionem siue functionem cordis, quam pulsu peragit, & omnino motus & pulsus cordis causam vnam esse.

C A P V T X V.

Sanguinis circuitus rationibus verisimilibus confirmatur.

Sed hoc etiam subiungere non abs re fuerit, quod secundum communes quasdam ratiocinationes, ita esse & conueniens sit, & necessarium. Primum (Aristot. de respirat. & lib. 2. & 3. de partibus animalium & alibi) cum mors sit corruptio propter calidi defectum & viuētia omnia.

Abbildung 3a: vom Herausgeber Wilhelm Fitzer vorgeschlagenen Korrekturen.

Tot erratis, opusculo tam exiguo, lector beneuole, ex te inuis locis impressio, absente authore & per tantum terræ marisque spatium distito, his transmissio epistolarum iniquis temporibus, rei nouitas & nostris correctoribus inuisurata, missi exemplaris litera peregrina, veniam exposcunt. Reliqua minutiora facile in te legendum, hæc quæ & tuum intellectum impediunt & authoris sensum peruertunt, prius necesse est quam legas, (quod facillime poteris) penna corrigas.

Pag. 10. lin. 2. dem. ostendatur quod quæ lege demonstratur, quæ. l. 9. quæ falsa dissectione. & quæ falsa dissectione lin. 15. manet & manet pag. 12. lin. 8. faucant & font ant. l. 14. attrahat & attrahantur l. 22. non merito & non immerito p. 13. l. ar. attrahuntur & contrahuntur p. 14. los. per viam & per viam l. 32. arteria & arterias. p. 15. l. 3. causis vci & causis quibus l. 30. negemus & negemus? p. 16. l. 3. sanguinis. & sanguinis l. 7. publico. & publico? l. 11. crura: em. & crura: em l. 18. habeat & habeat? l. 21. quod modo & quo modo l. 22. com. meant. & com. meant: 21. 29. egressu & regressu l. 31. sanguinis & sanguinis? p. 17. l. 26. transmitteret & transmitteret? l. 5. & flux. verant. & affuerant? p. 18. l. 3. naturæ (& & naturæ & l. 7. laborant) & laborant p. 19. l. 9. expelli recensit, quinetiam & expelli: recensit quinetiam p. 20. l. 7. causa & causæ p. 21. l. 23. calor: & coloris p. 23. l. 6. ex allusione & ex allusione l. 33. omnes sunt & omnes fibræ sunt l. 34. vario & varie p. 24. l. 22. bronchia & branchias p. 25. lin. 22. missionem & immissionem l. 22. distentis & distendentis p. 26. l. 9. alter ipsorum & alter ipsorum l. 24. correspondere & correspondere p. 28. l. 18. reuoluarur & reuoluitur l. 22. limacibus & limacibus p. 30. l. 5. Ritmo & Rithmo l. 6. sicut vnicus & sicut, & vnicus l. 3. de glutitione radicis, linguæ & de glutitione, radicis linguæ p. 31. l. 15. conspexisset & conspexissent p. 32. l. 1. Estratum & Estratum l. 7. quod hæc & quod hæc l. 9. ministerium illæ fuisent & ministerium fuisent 43. l. 4. anastomosum & anastomosum l. 17. postquam ingressum & postquam ingressus p. 35. l. 7. erectis & erectis l. 16. becagine & becagine p. 36. l. 24. intelligerent, siue & intelligerent: sine p. 37. l. 19. vterres & vterres? l. 26. nihilo & nihil p. 38. l. 8. coacti sunt & coacti sunt l. 32. ossilla & oscilla p. 40. l. 34. compulso & cum pulso p. 41. l. 5. transmittat? dispensati & transmittatur dispensati? l. 11. homines tantum & homines; tantum l. 33. à dextris & dextris l. 34. remeare & remeare p. 42. l. 4. amulatus est & amulari l. 5. condensant & condensantur l. 18. effatum & effatum l. 18. Microcosmi (vi & microcosmi vi l. 19. meretur) & meretur p. 34. l. 9. minium & minimum l. 5. esto scrupulum & esto ad scrupulum l. 22. proportione videlicet: subtripla, subsextupla, vel sub octupla similiter proportio sanguinis exclusi debet esse ad ante contentum & proportione: videlicet subtripla subsextupla vel sub octupla: similiter proportio sanguinis exclusi, debet esse ad ante contentam p. 44. l. 37. vnis in arteriis & vnis in arterias p. 45. l. 13. & toto & è toto l. 15. laniones laniones l. 17. reddunt in membrorum excisione & tumorum ex: reddunt: in membrorum excisione & tumorum, ex p. 46. l. 1. arteriis & arterias p. 48. l. 2. expulsu statim & exinde statim lin. 20. differentia & differentia p. 49. l. 32. aflu quodam & aflu quodam p. 50. l. 15. distendantur & pulsant & distendantur & pulsant l. 32. suggerunt ita, quod, & suggerunt, ita quod p. 51. l. 24. ligatum corpus & ligatus corpus l. 23. mediocrem in missionem sanguinis per arterias & continuo & mediocrem, & immissionem sanguinis per arterias & continuo p. 52. l. 3. infra tum & infra tum l. 8. colore & calore l. 12. supra ligaturam neque & supra ligaturam; in cubito neque p. 53. l. 23. impulso, sanguinis & impulso sanguinis p. 54. l. 11. o vnus; necessarium est circuitum l. 16. aptari crefleis & aptari crefleis p. 56. l. 4. varicosos & varicosus l. 18. satis & setis l. 22. elevatis & elevatis l. 31. modi & nodi p. 57. l. 26. progredier te & progredienti pag. 60. l. 22.

K

Tunc

Abbildung 3b: vom Herausgeber Wilhelm Fitzer vorgeschlagenen Korrekturen, Fortsetzung.

Tunc ꝛ tum p. 61. l. 26. cordialia roborat ꝛ cordialia roborant. l. 18. incallescere vniuersum ꝛ incallescere incipit vniuersum l. 29. Chelum ꝛ Chylum l. 34. portum ꝛ portam l. 35. cauam sic contingit ꝛ cauam, sic contingit l. 36. consistenti, quat ꝛ consistentia eodem, qua p. 62. l. 28. raptam ꝛ ruptam l. 18. anæstomolis ꝛ anastomosis p. 65. l. 9. illud ꝛ illi l. 15. percurrit ꝛ percurrere l. 28. gastrica ꝛ gastrica, l. 36. contrarios ꝛ contrarias p. 64. l. 1. portus ꝛ portas l. 15. relatione ꝛ relaxatione l. 25. cernere. insuper ꝛ cernere insuper. p. 5. l. 46. sanguinis ꝛ sanguinis l. 12. validiora robustiora ꝛ validiore robustiore l. 23. vbi ꝛ ibi p. 66. l. 16. nauifunium ꝛ nauifunium l. 17. corde contrahente ꝛ cordi contrahenti l. 34. tantum ꝛ tantam l. 36. sinistri ꝛ sinistro p. 67. l. 13. sigmoidarum vsum ꝛ sigmoidarum ꝛ tricuspidum vsum l. 15. hirundinum ꝛ hirudinum l. 16. obseruata ꝛ obserata l. 18. impellit ꝛ impellitur l. 30. lucana ꝛ lacuna. p. 67. l. 29. exuperant. Hinc etiam (legeat si ita impressa fuissent exuperant. Hinc etiam l. 35. non habet. Similiter legeat si ita impressa non habet, similiter p. 68. l. 8. aptum ꝛ apertum l. 17. simplici ꝛ simpliciter l. 30. operam perperam p. 69. l. 1. contrariis ꝛ contrariis l. 4. immutare videatur (vt quibus innatare videtur) ꝛ quibus l. 6. tinca ꝛ tinca l. 7. duriores ꝛ durioris p. 11. l. 37. vtroque ꝛ vtrosque p. 72. l. 1. tanti ꝛ tanto l. 14. multi ꝛ multo.

12. Nachwort

Ad finem dissertationis meae tandem veni et solum restat, ut ex imo pectore gratias agam professoribus graecarum et latinarum litterarum meis; et cum grato animo Almae Academiae Vindobonensi valedicam.

FINIS