

Die Entdeckung des Blutkreislaufs und ihre Auswirkungen auf die heutige Kardiologie

Vielleicht die erste Darstellung des Herzens stammt aus der Zeit um 30 000 vor Christus, also aus der letzten Eiszeit. Es handelt sich um eine Felszeichnung in den Höhlen von El-Pindal in Asturien (Spanien).

Auf dem Mammut findet sich ein roter Fleck. Einige Forscher nehmen an, dass es sich um das Herz handelt, andere, dass der Fleck nachträglich aufgemalt wurde, wieder andere, es handle sich um das Ohr und wieder andere, es handle sich um die Stelle, die von Jägern getroffen, zum sofortigen Tod des Tieres führte, also doch das Herz.

In einem sehr seltenen Lehrbuch der inneren Medizin, etwa 2 697 bis 2 597 v. Chr., wird von Huang-Ti Nei-Ching beschrieben, dass die *„Blutbahnen zirkulieren ohne aufzuhören ununterbrochen“* und *„das Herz beherrscht sämtliche Blutbahnen, das Blut des ganzen Körpers gehört dem Herzen an“*, ferner *„Hauptgefäße, Verbindungsgefäße und Enkelgefäße (Kapillaren) der Haut“* werden beschrieben und *„unter Ying und Yang versteht man auch das arterielle und venöse Blut.“*

Damit wurde der Herz- und Blutkreislauf schon weitgehend beschrieben und die Entwicklung der Medizin hätte darauf aufbauen können, jedoch es folgten keinerlei praktische Konsequenzen und das Wissen geriet in Vergessenheit.

Die Herz-/Kreislauf-Geschichte begann von neuem mit der Beschreibung von Hippokrates (460 – 380 v. Chr.). Er sah nur zwei Herzkammern, erwähnte keine Vorhöfe, nahm an, dass der rechte Ventrikel und die Venen Blut enthalten, der linke Ventrikel und die Arterien aber Luft. Er hatte keine Vorstellung von einem Kreislauf und nahm auch keine Blutströmung an. Die Funktion der Herzklappen war ihm unklar und er unterschied auch nicht eindeutig zwischen Arterien und Venen.

Aristoteles (384 – 322 v. Chr.) sah drei Herzkammern, die für ihn Ursprung für alle Gefäße und Nerven waren. Das Herz wurde als Quelle der Wärme angesehen und der Puls entsteht durch Aufwallen des Blutes. Es kommt dadurch auch zu einer stoßartigen Entleerung in die Arterien, wobei die Seele der Bewegung durch das vom Herzen erzeugte Pneuma entsteht. In den Lungen wird das erhitzte Blut wieder abgekühlt und im Gehirn gereinigt und abgekühlt. Das Herz wurde zum Prinzip des Lebens und man sah folglich Erkrankungen des Herzens als unvereinbar mit dem Leben an.

Herophilos (erwa 280 v. Chr.) sah mehrere Hohlräume im Herzen, ging auch davon aus, dass es Sitz der Wärme ist und dass die Arterien Luft enthalten.

Erasistratos (etwa 250 v.Chr.) beschäftigte sich schon mit der Funktion der Herzklappen, ging aber davon aus, dass das Pneuma von den Lungen in der linken Herzkammer den Spiritus vitalis erzeugt, der durch die blutleeren Arterien strömt. Das Blut wird aus der Nahrung in der Leber gebildet und fließt in die Venen, wobei zwischen den luftgefüllten Arterien und den blutführenden Venen Verbindungen bestehen, sodaß nach Eröffnung der Arterien nachrückendes Blut aus den Venen strömt (Horror vacui). Er kannte schon das Krankheitsbild der Blutüberfülle, die Plethora.

Galenos von Pergamon (129-131 bis 199-201) schuf eine tragfähige Theorie der Herz- und Kreislauffunktion, die weitgehend über die nächsten 1500 Jahre akzeptiert wurde. Er vertrat die Ansicht, dass der göttliche Gedanke eher und konkreter in der Biologie als in sakralen Mysterien zu erkennen sei.

Er sah 2 Hauptabteilungen und zwei Anhänge. Aus der rechten Kammer entspringt die Vena arteriosa (heute Arteria pulmonalis) und in die linke Herzkammer mündet die Arteria venosa (Vena pulmonalis). Aus der linken Kammer entspringt die Aorta, Querfasern kontrahieren sich bei Systole, Längsfasern bedingen die Diastole, das Herz ist also eine Saugpumpe. Er ging davon aus, dass die Nahrung aus dem Magen und Darm zur Leber fließt und dass daraus in der Leber Blut gebildet wird. Die treibende Kraft wäre damit die Leber.

Dieses Blut fließt dann durch die Hohlvene zur rechten Herzkammer, aber auch nach peripher hin- und herfließend zu den Organen. Dort versickert es und wird verbraucht.

Das Blut in der rechten Kammer fließt einmal zur Ernährung in die Lunge, zum anderen dringt es durch Poren der Herzscheidewand in die linke Herzkammer. Die linke Herzkammer saugt somit Luft (Pneuma) aus der Lunge und Blut aus der rechten Herzkammer an. Das Luft/Blutgemisch wird in der linken Herzkammer erhitzt (calor innatus), wodurch der Spiritus naturalis der Leber in den Spiritus vitalis im Herzen verwandelt wird. Der Spiritus vitalis strömt dann von der linken Herzkammer durch die Arterien zu den Geweben und belebt den Körper, im Gehirn führt dies zum beseelten Geist (Spiritus animalis). Blut aus der linken Herzkammer fließt aber auch zur Lunge, wo Ruß und Abbauprodukte abgeraucht werden. Die herzumgebenden Lungen dienen zur Kühlung des Herzens. Das Blut wird ständig neu gebildet und verbraucht (d.h. es bedurfte keiner Kreisbewegung).

Um nochmals die wichtigsten Punkte der Galenschen Herz/Kreislauffunktionstheorie hervorzuheben, die treibende Kraft war die Leber, die Versorgung des Körpers mit Nährstoffen erfolgt über die Venen, das Herz ist eine Saugpumpe, die Blut aus den Hohlvenen in die rechte Herzkammer und Blut aus der rechten Herzkammer und Luft aus der Lunge in die linke Herzkammer anzieht. Durch das Feuer im Herzen und die Aufwallung des Luft/Blutgemisches in der linken Herzkammer kommt es zur Wärmeverteilung und Beseelung im Körper über die Arterien, Wärme- und Stoffaustausch längs der Arterien und Venen, Abrauchen von Ruß und Stoffwechselprodukten durch die Lunge.

Vielleicht rührt von der Galenschen Lehre der Volksmund eines „*kleinen heißen und überschüttenden*“ bzw. „*großen, kühlen und verschlossenen Herzens*“ oder „das kalte Herz“ von Wilhelm Hauff.

Die Galensche Lehre überstand 1 ½ Jahrtausende relativ unangefochten.

In der Zwischenzeit wurden zwar Zweifel geäußert, was aber nur zur Entdeckung des kleinen oder Lungenkreislaufs führte.

Es waren Ibn-An-Nafis (1210-1288), Miguel Serveto (1511-1553) und Realdo Colombo (1516-1559), denen auffiel, dass die Herzscheidewand dicht war, die Arteria pulmonalis viel zu groß und kräftig war, um nur allein der Ernährung der Lunge zu dienen, die Lungenvenen stets voller Blut waren und sich in der linken Kammer kein Rauch befand.

Sie schlossen daraus, dass das Blut von der rechten Herzkammer über die Lungenarterie in die Lunge fließt, dort mit Luft verdünnt wird und dann über die Lungenvenen zur linken Herzkammer fließt.

Verwirrung stiftete Leonardo da Vinci (1452-1519), weil er Löcher in der Scheidewand entdeckte, von denen wir heute wissen, dass es sich um Herzfehler handelte; aber er blieb bei der Vorstellung, dass sich Poren in der Scheidewand der Herzkammern finden.

Auch Andreas Vesal (1514-1564), der Leichen (Gehängte) stehlen ließ, die er dann sorgfältig seziierte und präparierte, stellte fest, dass Galen die Anatomie der Affen lehrte und entdeckte mehr als 200 Irrtümer, sah keine Poren in der Scheidewand des Herzens, bewunderte jedoch die Größe Gottes, die den Übertritt von Blut vom rechten zum linken Ventrikel zulässt.

Als er bei einer Sektion feststellte, dass bei seinem Opfer das Herz noch schlug, wurde er von der Inquisition zu einer Pilgerfahrt nach Jerusalem verurteilt, von der er nicht zurückkehrte.

Realdo Colombo (1516 – 1599) bestätigte durch „Fingerversuch“, dass Wärme im Herzen entsteht und Andrea Caesalpino (1524-1571) sprach schon von einer „Circulatio“.

Auch der Lehrer von William Harvey, Fabricius ab Aquapendente (1537-1619), der die Venenklappen entdeckte, ihre Funktion aber nur dahin deutete, dass sie einen plötzlichen Blutandrang zur Peripherie verhinderten, glaubte noch an die Galensche Kreislauftheorie.

Prinzipielle Zweifel an der aristotelischen-galenischen Physiologie kamen erst William Harvey (1578-1657). Er stellte folgende entscheidende Fragen, die die antike Lehre grundsätzlich in Frage stellten:

- **Wieso haben rechte und linke Herzkammer bei gleichem Bau verschiedene Aufgaben?**
- **Warum gibt die rechte Herzkammer ein so kräftiges Gefäß nur zur Ernährung der Lunge ab?**
- **Wie kann trotz Mitralklappe spiritus-haltiges Blut und Rauch zur Lunge gelangen?**
- **Wie kann Blut von der rechten zur linken Kammer übertreten, obwohl keine Poren in der Herzscheidewand vorhanden sind?**
- **Wie kann trotz Venenklappen Blut peripherwärts fließen?**
- **Warum findet sich in den Arterien keine Luft?**
- **Warum entsteht die Pulswelle in der Systole des Herzens?**
- **Wie kann durch die Aortenklappe Blut von der Aorta in die linke Herzkammer zurückfließen?**
- **Wie kann die Leber im gleichen Umfang Blut erzeugen, wie es im Körper verteilt wird?**
- **Warum hat die rechte Herzkammer eine geringere Wanddicke als die linke, wenn sie auch das Blut im Körper verteilt?**

In seinem Venendruckversuch stellte er fest, dass eine nach peripher ausgestrichene Vene, sich nur von peripher wieder mit Blut füllt, wenn keine Gabelung zwischen dem proximalen und distalen Druckpunkt besteht.

Auch aufgrund einer Berechnung der Blutvolumina im Herzen bekam er Zweifel an der „alten“ Lehre: *„Schätzt man das Volumen der linken Herzkammer mit 3 – 5 Unzen (90 – 150 ml) und das Schlagvolumen mit einer halben Unze (15 ml), dann müsste in kurzer Zeit das Venensystem leer sein und das arterielle System platzen.“*

Aus diesen Überlegungen schloss Harvey auf eine Blutzirkulation. In seiner Schrift über 17 Kapitel und 72 Seiten, erschienen 1628 nach 26jähriger Forschung (*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*), schilderte er seine Erkenntnisse über die Entstehung des Herzspitzenstoßes, des Herzens als Druckpumpe, das Folgen der Diastole der Arterien nach der Systole der Kammern, die Kontraktion der Vorhöfe vor den Kammern, Folge der Kontraktionen beim sterbenden Herzen, gleichzeitige Kontraktion beider Herzkammern, Blut und kein Spiritus in der Aorta, Entdeckung des embryonalen Kreislaufs und die Leber nicht als treibende Kraft, die Funktion der Klappen, den Blutkreislauf, die adäquate Größe der Gefäße und des Transport-volumens, Verbluten besonders bei Eröffnung der Arterien, leere Arterien und volle Venen nach dem Tode, Stauung beim Abbinden vor der Hohlvene und nach der Aorta, die Funktion der Venenklappen und das Herz als Ursprung des Lebens.

Harvey hat als Embryologe auch schon den fetalen Kreislauf beschrieben.

Die Beschreibung Harveys ist nicht immer ganz einfach und führte zu Missverständnissen. Dies soll an einem Beispiel gezeigt werden:

„Da diess Alles durch Vernunftgründe sowohl als augenscheinliche Versuche bewiesen ist, dass das Blut infolge des Herzpulses durch die Lungen und das Herz fließt, und in den ganzen Körper eingetrieben wird, und dort in die Venen und Porositäten des Fleisches eindringt, und durch die Venen selbst überall von der Peripherie nach dem Centrum aus den kleinen in die grossen Venen zurückgeht, und von da in die Hohlvene, zuletzt in das Herzhorn kommt und zwar in so grosser Menge, in solchem Strome und Rückflusse, durch die Arterien von hier dorthin, und von dorthen durch die Venen wieder hierhin zurück, dass es von der aufgenommenen Nahrung aus nicht vorhanden sein kann, und zwar in viel grösserer Menge (als zur Ernährung genügend war).“

Harvey hatte somit die richtige Flussrichtung des Blutes im großen und kleinen Kreislauf beschrieben, jedoch waren seine Vorstellungen doch noch deutlich in der aristotelischen und galenischen Lehre verhaftet. So ging er noch davon aus, dass das kalte, zähflüssige Blut der unteren Hohlvene im rechten Vorhof aufgeheizt, verflüssigt und verfeinert wird. Das vergrößerte Blutvolumen löst eine Kontraktion des rechten Vorhofs aus, wodurch die rechte Herzkammer gefüllt wird. Diese wird dadurch zur Kontraktion angeregt und transportiert das Blut durch die Lunge.

Dabei diene ihm die Lunge nur als Blutspeicher und er nahm keinen Gasaustausch in der Lunge an.

Das Blut fließt dann durch Sogwirkung von der Lunge in den linken Vorhof, wobei er offen lässt, wodurch die Kontraktion des linken Vorhofs ausgelöst wird.

Beim linken Ventrikel kann man annehmen, dass Harvey auch wie in der rechten Herzkammer davon ausging, dass die Blutfüllung die Kontraktion auslöst.

Die Bedeutung des Kreislaufs war Harvey nicht klar. Wie Aristoteles nahm er noch an, dass der Kreislauf der Auffrischung und Erwärmung des Blutes dient und die eingepflanzte Wärme (Calor innatus) zur Entstehung des Spiritus vitalis in der linken Herzkammer führt. Die „*Verschlechterung*“ des Blutes in der Peripherie wird im Herzen wieder erneuert. Er sah das Herz nicht nur in erster Linie als Transportorgan, sondern auch als Organ der Vitalisierung. Einen Beweis, dass das Blut von den Arterien in die Venen übertritt, blieb Harvey schuldig. Dies konnte erst Malpighi 1661 im Kapillarkreislauf der Froschlunge mikroskopisch nachweisen.

Die Schrift Harveys führte zu einer heftigen, wohl in der Medizingeschichte beispiellosen Diskussion.

Es formierten sich Gegner der Harveyschen Kreislauftheorie wie Primerose, Parisano, Riolan, Hofmann, Vesling, Plemp und Gassendie, wie auch Anhänger wie Rolfinck, Descartes, de Waal, Bartholin, Conring, Schlegel, de Back, Reviere und Pecquet. Man warf Harvey Unkenntnis der Schriften von Galen vor und dass die Galensche Lehre alle Lebensvorgänge ausreichend erkläre. Der Pariser Dekan äußerte 1640 ganz lapidar:

„Falls irgendwelche Obduktionen oder Beobachtungen von jenen Galens abweichen, bedeutet dies nicht, dass sich Galen geirrt habe, sondern dass die Natur und Anatomie sich in den Jahrhunderten verändert haben.“ Damit gab er aber auch die Veränderungen zu.

Der schärfste Gegner der Harveyschen Kreislauftheorie war Jean Riolan der Jüngere (1580-1657). Er vertrat die Ansicht, dass das Blut aus der Hohlvene in die rechte Herzkammer und Spiritus aus den Lungenvenen in die linke Herzkammer und durch das perforierte Septum in die rechte Herzkammer fließt, wobei die Mischung von Spiritus und Blut in der linken Herzkammer erfolgt. Das Blut aus der absteigenden Aorta fließt in die linke Herzkammer, das der aufsteigenden in die Extremitäten, wobei das spirituöse Blut, da es leichter ist, nach oben strebt.

Er wandte ein, dass Tierversuche nicht auf den Menschen übertragbar sind und zur Ernährung der Organe nur wenig Blut notwendig ist. Die Porosität der Herzscheidewand ist zum Übertritt ausreichend, besonders wenn man die Übertritte in der kompakten Niere vergleicht.

Er sah auch eine Erschwerung der Atmung durch den großen Blutumlauf in der Lunge und auch die Gefahr von Blutverlusten.

Er vermisste die Kongruenz zwischen der Atmung und der Herzbewegung und fand bei der Sektion und bei Stichverletzungen wenig Blutaustritt.

Er argwöhnte auch, dass die schnelle Blutströmung zu einer starken Erwärmung und Absonderung führe.

Bei dem schnellen Blutumlauf hielt er Stauungen in den Organen für unmöglich und er konnte sich dabei nicht vorstellen, wie sich Menstruationsblut über mehrere Tage bis zur Regelblutung ansammelt. Auch die Absonderung von Milch in den Brustdrüsen bei der kurzen Verweildauer des Blutes zog er in Zweifel.

Bei dem schnellen Blutfluß hielt er auch Hämorrhoidalblutungen für unmöglich und ein Aderlass wäre sinnlos. Giftstoffe müssten sich rasch im ganzen Körper verteilen.

Der rasche Blutumlauf müsste mit einem hohen Energieverbrauch verbunden sein, Aneurysmen würden rupturieren und Krankheiten könnten nicht in Organen „hängenbleiben“.

Der Streit zwischen den Zirkulatoren und den Anhängern Galens nahm solche Ausmaße an, dass König Ludwig XIV 1673 befahl, dass an der Pariser Medizinischen Fakultät die Harveysche Kreislauftheorie gelehrt werden muss.

Der Streit um den Blutkreislauf hat auch in der Literatur seinen Niederschlag gefunden, so in Molières „Der eingebildete Kranke“:

Um Geld zu sparen, möchte der eingebildete Kranke einen Arzt zum Schwiegersohn, eine heute wieder aktuelle Maßnahme zur individuellen Kostendämpfung im Gesundheitswesen. So läßt Molière den Kandidaten folgendermaßen beschreiben: **„Doch was mir am meisten an ihm gefällt, ist, daß er niemals etwas von den Meinungen und Erfahrungen der vorgeblichen Entdeckungen unseres Jahrhunderts verstehen oder auch nur hören wollte, wie z.B. von der Lehre des Blutkreislaufs und anderen Irrlehren derselben Provenienz.“**

Molière hatte aber auch sonst keine gute Meinung von der Medizin, wenn er schreibt:

„Der beste Beweis für Gesundheit ist, wenn alle Arzneien dem Körper nichts anhaben können.“

„Je mehr sich der Arzt um den Kranken kümmert, desto früher findet er (der Kranke) sich in einer anderen Welt wieder.“

„Fast alle Menschen sterben an ihren Heilmitteln und nicht etwa an ihren Krankheiten.“

Aber er schreibt auch:

„Molière mit seinen Komödien ist ein impertinenter Kerl, und ich finde es schon eigenartig, daß er sich über so honorige Leute wie die Mediziner lustig macht.“

Der Hintergrund des Streites war aber auch der Wandel von der deduktivistischen zur induktivistischen Sicht, die besonders durch das Experiment entstanden ist.

Die Harveysche Kreislauftheorie blieb aber vorerst eine Theorie, da der Übertritt des Blutes von den Arterien zu den Venen nicht bewiesen war. Auch ließ Harvey die Beziehungen des Blutkreislaufs zur Lunge, zur Leber und Blutbildung offen. Die Widerstände gegenüber der Harveyschen Kreislauftheorie waren verständlich.

Die „Irrtümer“ Harveys wurden bereits bis zum 18. Jahrhundert weitgehend korrigiert. So wies Marcello Malpighi (1628-1694) den Übertritt des Blutes von den Arterien zu den Venen über die Kapillaren nach. Niels Stensen (1638-1682) erkannte, dass das Herz nicht der Sitz der Wärme ist, sondern nur ein Muskel und auch Richard Lower (1631-1691) fand im Herzen keine höhere Temperatur, keine Aufwallung des Blutes und Entstehung der Spiritus vitalis. Thomas Bartholinus und Olaf Rudbeck nahmen 1653 nicht mehr an, dass die Leber das Blut bildet, Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) erkannte die Windkesselfunktion der Aorta und Caspar Bartholinus (1655-1738) bereits die Blutverteilung in Organkreisläufen. Stephen Hales (1677-1761) maß den Blutdruck am Pferd und Albrecht von Haller (1708-1777) stellte bereits eine vollständige Anatomie und Physiologie des Herzens dar.

Im 19. und 20. Jahrhundert lernte man die genauere Anatomie und Physiologie des Herzens wie die exakte Funktion der Herzklappen, die Form und Anordnung der Herzmuskulatur, das Reizleitungssystem des Herzens und die Anatomie der Herzkranzgefäße zur Ernährung des Herzens, sowie die Druckabläufe und die Volumenänderungen im Herzen mit Berechnung des Wirkungsgrades.

Unklarheiten bestehen aber heute noch über die Kreislaufregulation. Wir wissen, dass das Gefäßsystem 20 l fassen würde, jedoch nur 5l zirkulieren, d.h. ohne Kreislaufregulation würden wir innerlich verbluten.

Das Kreislaufsystem beginnt mit der Aorta, verteilt sich über größere und kleinere Arterien und Arteriolen bis zu den Kapillaren und über Venolen, kleinere und größere Venen zur Hohlvene, wobei die Durchmesser der Gefäße bis zu den Kapillaren abnehmen, um dann wieder zuzunehmen. Umgekehrt verhält sich die Anzahl der Gefäße.

Entsprechend nimmt die Blutgeschwindigkeit bis zu den Kapillaren ab, um dann wieder zuzunehmen.

Der pulsierende Fluß geht ab den Arteriolen in einen kontinuierlichen Fluss über.

Die adäquate Verteilung des Blutes im Gefäßsystem ist nur durch eine Kreislaufregulation möglich. Dazu müssen Gefäße sich verengen und erweitern können. Dazu ist ein Gefäßaufbau mit kontraktilen Elementen notwendig, der bis zu den Arteriolen zunimmt, um danach wieder abzunehmen.

Aufgabe der Kreislaufregulation ist, eine minimale Blutversorgung aller Organe zu garantieren, eine optimale Einstellung von Herz- und Kreislauffunktion zu ermöglichen (Homöostase) und für eine sinnvolle Blutverteilung der aktiven / ruhenden Organe zu sorgen. Dazu sind mehrere Systeme notwendig, die in erster Linie am Gefäßsystem angreifen, denn hier bewirkt eine Radiusänderung um das 2fache eine Veränderung der Durchblutung um das 16fache.

Im zentralen Nervensystem, in den Kreislaufzentren, in der Medulla oblongata, im Hypothalamus, Kleinhirn und in der Hirnrinde finden sich Neurone, die über Baro (Baro)-rezeptoren, Dehnungsrezeptoren und Chemorezeptoren, die im Bereich der Karotis, des Aortenbogens, der Hohlvenen und des Herzens, sowie auch in der Peripherie der Gefäße lokalisiert sind, die Gefäßenge (Vasokonstriktion) und -weite (Vasodilatation) und damit den Kreislauf regeln. Das geschieht über das vegetative Nervensystem, bestehend aus Sympathikus und Vagus, an deren Enden Noradrenalin, Adrenalin und Acetylcholin, sowie Kallikrein freigesetzt wird.

Damit kann kurzfristig auf Änderungen des Kreislaufs reagiert werden. Auch im Blutkreislauf zirkulierende Hormone wie Angiotensin II, Histamin, Bradykinin, Atrialdiuretin und atriale wie zerebrale natriuretische Peptide können auch längerfristig auch hinsichtlich des Blutvolumens den Kreislauf regulieren.

Diese zentralen, vegetativen und hormonalen Systeme sind jedoch nur in der Lage, den Kreislauf global und insgesamt zu regulieren, wobei nicht die lokalen oder örtlichen Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Dies geschieht durch Autakoide (griechisch: "Selbstheilung"), lokale Faktoren, das Endothel und die sogenannte Autoregulation. Hormone wie Histamin, Bradykinin, Serotonin, Leukotriene, Prostacyclin, PAF, die lokal entstehen und wirken (Autakoide), aber auch Stoffwechselprodukte wie ADP, AMP, Adenosin, H⁺- und K⁺-Ionen können bei Sauerstoffmangel, Gewebssäuerung, Anreicherung von CO₂ und anorganischem Phosphat die Gefäßweite nach den lokalen Bedürfnissen einstellen. Im Endothel werden Substanzen wie EDRF und Endothelin-1 gebildet, die Gefäße weit und eng stellen können und dies kann auch je nach Druck in den Gefäßen selbst erfolgen. Es ist jedoch bisher nur teilweise vorstellbar, wie diese Regulationsmechanismen im Einzelnen funktionieren. Je mehr man weiß, desto komplexer wird das Geschehen. So ist die Reaktion dieser sogenannten Substanzen je nach Konzentration und Organ ganz verschieden und man erhält dadurch einen Einblick in die Komplexität des Geschehens. So wirken sich niedrige und hohe Impulsaktivitäten der Rezeptoren, hohe und niedrige Dosen von Adrenalin (Vasokonstriktion bzw. -dilatation) und die einzelnen Substanzen unterschiedlich in den Organen aus, z.B. Histamin erweitert die Arteriolen und verengt die größeren Venen oder Adiuretin erweitert die Gehirn- und Herzgefäße und verengt in höherer Konzentration alle übrigen Gefäße. Dazu kommt noch, daß bei geschädigten Gefäßen z.B. Serotonin die Gefäße verengt, intakte hingegen erweitert.

Betrachtet man nur die dominanten Steuerungsprozesse beispielhaft in sechs Organkreisläufen – Koronarkreislauf, Skelettmuskeldurchblutung, Hautkreislauf, Gehirnkreislauf, Lungenkreislauf und Nierenkreislauf – dann sieht man große Unterschiede. So werden die Durchblutung der Herzkranzgefäße und der Skelettmuskulatur hauptsächlich durch Stoffwechselprodukte, die Hautdurchblutung durch Temperatur, sympathisch aber auch zentral (wir erröten unwillkürlich), der Gehirnkreislauf durch eine sehr gut funktionierende Autoregulation, der Lungenkreislauf durch Sauerstoffmangel und die Nierendurchblutung durch Autoregulation, hormonell, neural und über den Sauerstoffgehalt gesteuert.

Es gibt jedoch viele offene Fragen, wie die Kreislaufregulation unterschiedlich und z.T. paradox arbeitet, und viele Wechselbeziehungen zwischen dem zentralnervösen System und der Peripherie sind ungeklärt.

Ohne Zweifel wissen wir heute mehr als William Harvey im 17. Jahrhundert und können dies nutzbringend z.B. in der Medizin in der Entwicklung von Medikamenten und Heilmaßnahmen anwenden, jedoch mit zunehmender Erkenntnis nehmen überproportional Fragen zu, und es entsteht der Eindruck, als wenn wir heute weniger wissen als einst Harvey.

Die Entdeckung des Blutkreislaufs hatte eine grundsätzliche Bedeutung und führte nicht nur zu einer Weiterentwicklung der Kardiologie, sondern mehr oder weniger aller Fachgebiete, da ja nahezu alle Organe am Blutkreislauf angeschlossen sind.

So hat die Entdeckung des Blutkreislaufs nicht nur die Anatomie und Physiologie der Medizin gefördert, sondern auch die Pathophysiologie, Pathologie, Diagnostik und Therapie, wobei letzteres nicht nur operative Eingriffe und interventionelle Maßnahmen, sondern auch die Pharmakologie umfasst.

Während es in der Antike noch keine Herzkreislaufkrankheiten gab, da sie mit dem Leben nicht vereinbar waren, wurden durch die Entdeckung des Blutkreislaufs auch bei Herz und Kreislauf Krankheiten erkennbar.

Die Entdeckung des Blutkreislaufs ist somit auch der Beginn der Entdeckungen der Herzkreislaufkrankheiten, sowie aller Krankheiten, die mit dem Blutkreislauf zusammenhängen.

K. Wink

(Vortrag Studium generale, Freiburg, 5. 5. 2004)