

therapeutisch beeinflussen. Sie können natürlich in rein klinischem Sinne dann bösartig werden, wenn sie operativ nicht mehr entfernbare Organe durchwachsen.

Auf den Begriff der Gut- und Bösartigkeit von Geschwülsten können wir aus praktischen Gründen nicht verzichten. In einem kleinen Prozentsatz der Fälle gelingt es uns allerdings nicht, aus den gestaltlichen Befunden auf das biologische Verhalten der Geschwülste zu schliessen.

Die Kenntnis der Grenzen unseres Wissens ist nicht nur für den Forscher und den praktisch tätigen Arzt eine unbedingte Notwendigkeit. Auch der Student soll auf die «weissen Gebiete unserer Landkarte» aufmerksam gemacht werden. Er muss das «scio me nescire», d. h. das Wissen um das Noch-nichtbekannte mit hinaus nehmen in die Praxis.

Gerade die Ausnahmen der von uns aufgestellten Regeln, wie ich sie am Beispiel der Gut- und Bösartigkeit der Geschwülste geschildert habe, zeigen uns die Lücken und Fehler dieser Regeln, sie machen uns auf die Stellen aufmerksam, an denen wir mit unserer Forschung erneut ansetzen müssen.

Die embryologischen Anschauungen und Forschungen des Leonardo da Vinci

Von

OTTO BUCHER (Zürich)

(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Zürich)

(Mit 6 Abbildungen im Text)

LIONARDO DA VINCI (1452—1519) war nicht nur der grosse Maler und Bildhauer, sondern im wahrsten Sinne des Wortes ein «uomo universale», der auch auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Technik geniale Leistungen aufweist. Wenn nun unter seinen naturwissenschaftlichen Studien gerade die Erforschung des menschlichen Körpers eine bevorzugte Stellung einnimmt, so kann das nicht allein mit den Beziehungen der Anatomie zur bildenden Kunst in Zusammenhang gebracht werden. Gerade seine embryologischen Forschungen zeigen, dass es das wissenschaftliche Interesse eines ernsthaften Naturforschers ist, welches den hauptsächlichen Beweggrund für Lionardos Untersuchungen am menschlichen Körper darstellt.

Auf einem der anatomischen Blätter Leonardo's (A/17r, S. 179)¹⁾ steht, er hoffe, im Winter 1510 die ganze Anatomie zu vollenden, doch wissen wir nicht, ob Leonardo wirklich dazu gekommen ist, eine systematische Anatomie zu schreiben und diese dann verloren gegangen ist. Heute besitzen wir nur noch eine grosse Zahl von anatomischen Studienblättern²⁾, aus welchen her-

vorgeht, dass in dieser Anatomie — an einer anderen Stelle (Q I/13v, XV)³) spricht Lionardo von 120 Büchern — auch die Entwicklungsgeschichte einen gewissen Raum einnehmen sollte; folgende Notizen Lionardo's verraten uns etwas von seinen Plänen.

«Dieses Werk muss beginnen mit der Empfängnis des Menschen, und du musst die Art des Uterus beschreiben und wie das Kind in ihm wohnt, . . .» (B/20v, S. 129). «Du musst in deiner Anatomie alle Entwicklungsstufen der Glieder des Menschen beschreiben, also von der Entstehung des Menschen bis zu seinem Tod . . .» (Q VI/22r; zit. nach Lücke, S. 106). «Deine Anordnung soll sein mit dem Anfang der Bildung des Kindleins in der Gebärmutter, indem du sagst, welcher Teil von ihm zuerst sich zusammensetzt, und indem du auf diese Weise sukzessive seine Teile je nach den Zeiten der Schwangerschaft bis zur Geburt anbringst, und wie es ernährt wird, lernend zum Teil aus dem Ei, das die Hühnchen legen» (Q I/12r, III). «Ausserdem solltest du auch das Kind im Mutterleib zeigen» (A/16r; zit. nach Lücke S. 37). Vgl. ferner Q I/2r und 10r.

Als Begründer der modernen Anatomie ist ohne Zweifel ANDREAS VESALIUS (1515 bis 1564) anzusprechen; durch ihn — besonders durch sein berühmtes Buch «De humani corporis fabrica libri septem» (1543) — wurde die Anatomie nun zu einer Wissenschaft. Aber «der Erste, der den menschlichen Körper genau und umfassend gekannt, der Erste, der mit seiner Wissenschaft den allmächtigen Bücherglauben durchbrochen und widerlegt hat», war doch nicht Vesal, wie M. ROTH (1892) schrieb, sondern schon einige Jahrzehnte früher Lionardo da Vinci. Da er seine Forschungsergebnisse aber nicht veröffentlicht hat, ist er auf die Entwicklung der Anatomie und der Embryologie ohne Einfluss geblieben. Vesal seinerseits war wohl der grosse Reformator der Anatomie; auf dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte jedoch ist er über die Anschauungen Galens nur unwesentlich hinausgekommen.

Damit wäre die Stellung des Naturforschers Lionardo in seiner Zeit schon angedeutet. Während damals noch überall die Schriften der alten Autoren — vor allem des berühmten GALENOS diskutiert, kommentiert und immer noch für unfehlbar gehalten wurden, hat sich Lionardo da Vinci, seiner Zeit weit vorausseilend, der selbständigen Erforschung der Natur zugewendet und im Laufe seines Lebens mehr als 30 anatomische Zergliederungen durchgeführt.

«... Darum ist es notwendig mehrere Anatomien zu machen, . . . und drei musst du machen in betreff des Weibes, in welchem ein grosses Mysterium wegen seiner Gebärmutter und deren Fötus ist» (Q I/2r).

Die Entstehung des Menschen und der Tiere hat schon die Forscher des Altertums interessiert. So finden wir Embryologisches in den Schriften des HIPPOKRATES (um 460—377 v. Chr.) und seiner Schüler, des Philosophen ARISTOTELES (384—322 v. Chr.) und des GALENOS (129—201), wobei die an Tieren gemachten Beobachtungen gewöhnlich ohne weiteres auf den Menschen übertragen wurden. Aber mit Galen hört jede weitere Forschung wie auf anatomischem so auch auf embryologischem Gebiet bis gegen Ende des Mittelalters auf. Was nach Galen «bis zum 16. Jahrhundert von Entwicklungsgeschichte sich in naturphilosophischen und medizinisch-anatomischen Wer-

ken vorfindet, ist im besten Falle eine mehr oder minder genaue Wiedergabe dessen, was schon die antiken Ärzte und Naturforscher geboten hatten; öfters sind es dialektisch-spitzfindige Untersuchungen auf rein theoretischer, durch keinerlei Beobachtung gefestigter Basis», so kennzeichnete B. Bloch (1904) in seiner ausgezeichneten Arbeit über die geschichtlichen Grundlagen der Embryologie die damalige Situation.

Aus Lionardo's Notizen können wir entnehmen, dass er sich mit *Schriften alter Autoren* (vor allem Galens) befasst hat. Daneben kannte er auch AVICENNA und MUNDINUS, die er — um zwei Stellen herauszugreifen, die mit Embryologie in Zusammenhang stehen — auf Q III/3v⁴) bzw. Q I/12r zitiert. Dass Lionardo die Schriften der Arabisten kannte, geht aber nicht nur daraus hervor, dass er Avicenna namentlich anführt, sondern auch daraus, dass er gelegentlich von den Arabern gebrauchte Bezeichnungen übernahm; so spricht Lionardo auf B/29v, S. 183 von «Sifac» statt vom Peritoneum (Bauchfell)⁵).

Die Araber, deren bekanntester Vertreter AVICENNA (980—1037) ist, hatten als Bearbeiter und Übermittler der antiken Anatomie einen grossen Einfluss auf die Gelehrten des Abendlandes.

MUNDINUS (Mondino de' Luzzi, um 1270—1327) veröffentlichte 1316 ein Büchlein («Anathomia Mundini»), dem, obschon Mundinus selbst (3) Leichen zergliedert haben soll, vor allem die Galensche Anatomie — in arabischer Überlieferung — zu Grunde lag und welches im ausgehenden Mittelalter das allgemein verbreitete Anatomiebuch war.

Die betr. Stelle, in welcher Lionardo Mundinus zitiert (Q I/12r, IV)⁶) lautet: «Du, Mondino, der du sagst, dass die Vasa spermatica oder die Testikel nicht wahren Samen ausgiessen, sondern nur eine gewisse dem Speichel ähnliche Flüssigkeit, welche die Natur zur Lust des Weibes beim Koitus geschaffen hat, wozu, falls es so wäre, es nicht nötig gewesen wäre, dass die Entstehung der Vasa spermatica in derselben Weise bei den Frauen als bei den Männern vor sich gingen»; vgl. dazu auch M. ROHN (1907), S. 84.

Auf verschiedenen anatomischen Blättern Lionardo's, welche in jene Zeit zu datieren sind, da er noch keine selbständigen anatomischen und embryologischen Forschungen betrieb, findet man nun von den alten Autoren übernommene Irrtümer, die auf später entstandenen Blättern teilweise korrigiert worden sind (vgl. z. B. S. 104 betr. Nabelgefässe).

Wenn Lionardo auf Q III/3v, V, schrieb (um 1489): «Und warum das Kindlein von acht Monaten⁷) nicht lebt», oder auf dem nun später (ca. 1506—1512) entstandenen Q III/7r, XIV: «Die Eier, die runde Form haben, geben Männchen, und die langen geben Weibchen», so vertritt er damit seit dem Altertum herrschende Meinungen, denen man heute im Volksmund noch begegnen kann.

Aber Lionardo begann, sich allmählich vom Autoritätenglauben, der damals immer noch von ausschlaggebendem Einfluss war, freizumachen. «Wer disputiert und sich auf Autorität beruft, verwendet nicht seinen Geist, sondern eher sein Gedächtnis», so schrieb er damals im Codex atlanticus (76r). Und auch auf embryologischem Gebiet wollte er nun die Natur selbst beobachten. «Aber du sollst zuerst die Anatomie der bebrüteten Eier machen», steht auf Q I/10r, IV, und weiter kam er auf die Idee, dass man die für diese Experimente verwendeten Eier auch in einem Brutofen ausbrüten könne⁸). Ferner waren Tierembryonen (z. B. Rinderem-

bryonen) und auch menschliche Fehlgeburten nicht allzu schwer zu bekommen. Dass Leonardo menschliche Embryonen untersucht hat, geht auch aus einer Bemerkung auf Q III/7v, X, hervor: «... und das Kindlein war kleiner als eine halbe Armlänge und war nahe an vier Monaten, ...». Die Blätter Q III/7 und 8 sind auch nach der Meinung von VANGENSTEN, FONAHN und HOPSTOCK während des Sezierens von Gravidae — vielleicht würde man besser sagen: einer Gravidä — gezeichnet worden⁹). Auch der Placenta schenkte Leonardo seine Aufmerksamkeit (vgl. z. B. B/38r = unsere Abb. 2); so steht auf Q III/8r, V: «Lasse dir eine Nachgeburt vom Kalbe geben und beobachte die Gestalt der Cotyledonen ...».

Etwa zur gleichen Zeit hat sich auch ALESSANDRO BENEDETTI da Legnano (um 1465 bis 1525, Professor der Anatomie in Padua) der Naturbeobachtung zugewendet. In seinem 1502 erschienenen Buch «Anatomia s. de historia corporis humani libri V» beschreibt er die Sektion einer trächtigen Hündin, welche er vornahm, um etwas über die Anatomie der Embryonen zu erfahren. (Was sich über Embryologie in diesem Buch findet, deckt sich aber — nach BLOCH — mit den Anschauungen Galens)

Anatomie und Embryologie sind — so nahe verwandt die beiden Wissenschaften miteinander sind — in ihrer Entwicklung verschiedene Wege gegangen. Auch die Embryologie machte aber im 16. Jahrhundert, allerdings etwas später als die Anatomie, bemerkenswerte Fortschritte.

*

Auf einem der anatomischen Skizzenblätter Leonardo's (Q III/10v, VIII) lesen wir: «Hier wird der Samen gekocht und er war vorher Blut»¹⁰). Damit, dass der Samen aus dem Blut stammen soll, gab Leonardo eine Anschauung wieder, die seit PYTHAGORAS (um 575—500 v. Chr.) über ARISTOTELES und GALEN¹¹) bis ins 17. Jahrhundert allgemein geglaubt wurde. Auch im weiblichen Körper würde nach Leonardo — im Gegensatz zu MUNDINUS (vgl. oben) — eine Samenflüssigkeit gebildet¹²): «Das Weib hat seine zwei Samengefäße in Form von Testikeln, und sein Samen ist zuerst Blut, wie der des Mannes» (Q III/1v, VI).

Leonardo brachte, wie schon Galen, die Hoden mit dem Samen in Zusammenhang: «Beachte, was die Testikel mit dem Koitus und dem Samen zu tun haben... Wie die Testikel die Ursache der Brunst sind» (Q III/3v, V). «Notiere, wie die Testikel ihre Kraft in die Gebärmutter treiben» (Q III/8r, VIII). Die Aufbewahrung des (männlichen) Spermas in den Samenblasen beschreibt Leonardo auf Q III/1v, VII: «... das des Mannes wird in zwei Säckchen, die hinter der Blase angeheftet sind, aufbewahrt.»

Über die Beziehungen von männlichem und weiblichem Samen berichtet Leonardo (Q III/1v, VI): «...; aber der eine und der andere, bei Berührung der Testikel, ergreifen schöpferisches Vermögen, aber nicht der eine ohne den anderen;...». Sehr interessant sind auch die Gedanken, die sich Leonardo über die Bedeutung des Samens für die Vererbung der väterlichen und mütterlichen Eigenschaften macht (Q III/8v, XVII): «Die Schwarzen sind nicht verursacht durch die Sonne in Äthiopien; weil, falls der Schwarze die Schwarze schwängert in Skythien, sie ein Schwarzes gebärt, und falls der Schwarze die Weisse schwängert, gebärt sie ein Aschgraues (bigio'); und dies zeigt, dass der Sa-

men der Mutter einen Einfluss auf den Embryo hat gleich dem Samen des Vaters». Diese Anschauung geht weit über das Wissen seiner Zeit hinaus.

Bemerkungen über die Anatomie der bebrüteten Eier finden wir auf den Blättern Q I/10r, Q III/7r, 8v und 9v, die alle etwa in den Jahren 1506/12 entstanden sein sollen (vgl. M. HOLL, 1914, S. 40). Dass Leonardo die Absicht hatte, diese Probleme zu studieren, geht daraus mit Sicherheit hervor. Er hoffte wohl, auf diesem Wege am ehesten etwas über die frühembryonale Entwicklung zu erfahren (vgl. Q I/12r, III, zit. S. 95). Zudem interessierte ihn auch, «wie die Vögel sich in ihren Eiern ernähren» (Q III/9v, XII).

Die Untersuchung von bebrüteten Eiern wurde schon im Altertum vorgenommen. In einer «De natura pueri» betitelten Schrift der hippokratischen Sammlung (*Corpus hippocraticum*) findet sich folgende Stelle: «Wenn man nämlich 20 oder mehr Eier einer oder zwei Hennen unterlegt, und, vom zweiten Tage angefangen, bis zu dem letzten, an welchem das Junge aus dem Ei kriechen wird, täglich ein Ei wegnimmt und zerbricht, so wird man, wenn man zusieht, alles meiner Beschreibung entsprechend finden, soweit man einen Vogel mit einem Menschen vergleichen kann»¹³⁾ (zit. nach BLOCH S. 230). Diese geniale Idee, die schon die Methode der modernen embryologischen Forschung enthält, ist dann etwa 2000 Jahre unbeachtet geblieben, bis sie 1573 bei AMBROISE PARÉ (ca. 1517—1590) erwähnt und von ULISSE ALDROVANDI (1522—1605), der damit zum Begründer der modernen Embryologie geworden ist, weiter ausgebaut wurde.

Ob nun Leonardo derartige Versuche wirklich systematisch durchgeführt hat, geht aus seinen Notizen nicht hervor. Eine Skizze auf Q III/8v (vgl. Abb. 1) kann als Darstellung eines Vogelembryos mit seinen Eihüllen angesehen werden; MC MURRICH deutet die wenig klare Zeichnung als rohe Darstellung eines Hühnerembryos im Zentrum der Area pellucida. Ob sie wirklich nach der Natur oder (z. T. vielleicht) nach alten überlieferten Angaben gezeichnet worden ist, möchte ich nicht entscheiden.

Die äusserste Hülle bezeichnet Leonardo als «matrice» (Gebärmutter), und es ist wohl kaum daran zu zweifeln, dass er — wie das z. B. auch ARISTOTELES (vgl. *Hist. animalium*, 6. Buch) getan hatte — die an Vogelembryonen gemachten Beobachtungen auf die Säugetiere und den Menschen übertrug. Der zu der betreffenden Abbildung gehörende Text (Q III/8v, II) lautet: «Das Kindlein in der Gebärmutter hat drei Hüllen («panniculi»), die es umgeben, von welchen die erste Amnion («animus»), die zweite Allantois («alancoidea»), die dritte Chorion («secundina») genannt wird; mit diesem Chorion verbindet sich die Gebärmutter mittels der Kotyledonen, und alle verbinden sich im Nabelstrang, welcher aus Gefässen zusammengesetzt ist.» Für diesen Text hat Leonardo Beobachtungen mitherangezogen, die er an Säugetierembryonen gemacht hatte; auf dem gleichen Blatt findet man auch noch eine kleine Zeichnung mit einem eröffneten Uterus und einem darin kauern Embryo.

Leonardo da Vinci hat die Eihüllen bei Vogel-, Säugetier- und Menschenembryonen beobachtet. Wie weit ihm da Unterschiede bekannt waren, ist nicht leicht zu entscheiden. Die Allantois, so geht aus dem oben zitierten Text hervor, hat er auch für eine Eihülle angesehen, und zudem schreibt er sie, wie es damals in Anlehnung an GALEN allgemein üblich war, auch dem Menschen zu (Q III/8v, II und 9v, XIII).

Noch VESAL beschreibt — im 5. Buch der «Fabrica» — beim Menschen eine Allantois. Erst GABRIELE FALLOPIO (1523—1562), ein Schüler Vesals, hat auf Grund eigener Untersuchungen das Vorkommen einer freien Allantois beim Menschen verneint.

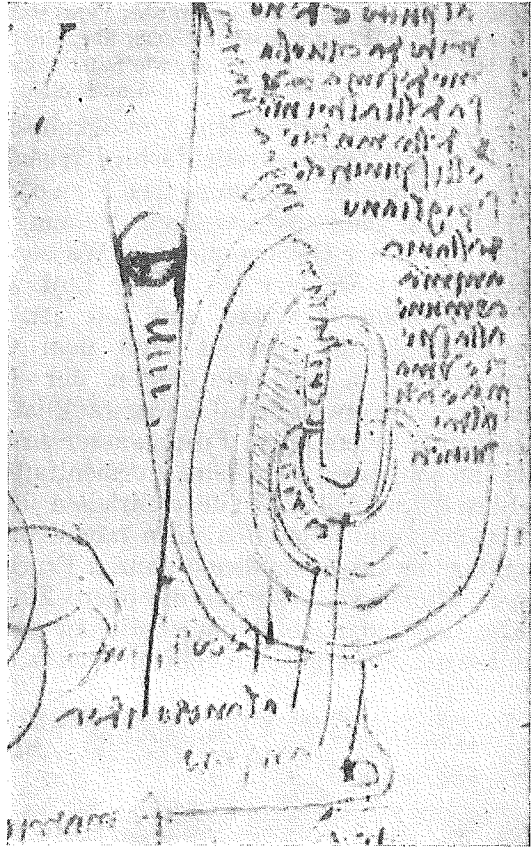


Abb. 1
(Q III/8 verso, Ausschnitt)

Auch den **Urachus** hat Leonardo beobachtet (Q I/1r, III/7v) und ihn mit dem Urinieren des Embryos in Zusammenhang gebracht. Die Sache ist ihm aber, wie M. HOLL (1914) richtig feststellt, anscheinend nicht ganz klar geworden.

So sollte (nach Q III/7v, XV) der gleiche Kanal dem Durchgang der Nahrung und des Urins dienen, indem zu verschiedenen Zeiten zwei einander entgegengesetzte Bewegungen sich abspielen würden. Andererseits berichtet Leonardo (Q III/7r, VIII): «Während eines grossen Teiles der Zeit des Kindleins geschieht sein Urinieren durch den Nabelstrang»; und weiter steht über den Urinabgang des Knäbleins: «... für diesen ist von der Natur gesorgt durch das Machen eines Kanals im Boden der Blase, wodurch der Urin aus der Blase zum Nabelstrang geht und vom Nabelstrang zum Muttermund». Die Urinabgabe durch die Harnröhre, wie sie ja in Wirklichkeit auch beim menschlichen Fötus vorkommen kann, wäre nach Leonardo deswegen unmöglich — man vgl. dazu Abb. 6 —, «weil die Ferse des linken Fusses zwischen dem After und dem männlichen Glied liegt, und ganz und gar den Durchgang des Urins presst».

Sogar VESAL vertritt noch die alte Meinung, dass beim Menschen Urin durch den Urachus zwischen Amnion und Chorion entleert würde; und weiterhin bemerkt er, dass es nicht wenige Anatomen gäbe, die eine wurstförmige Blase annehmen, in welche sich der Urin ergiessen würde, welche Blase — nach unserer Nomenklatur eben die Allantois

— als mittlere Fruchthülle betrachtet werde; Vesal nahm also auch drei Fruchthüllen an (Liber V, 17. Kapitel). Das was schon GALEN über die Fruchthüllen geschrieben habe, so liest man bei VESAL weiter, das würde, wie jeder selbst nachsehen könne, der Wahrheit entsprechen. Vesal ist in diesem Punkt also auch nicht weiter gelangt als Lionardo.

Die im Amnionsack vorhandene Flüssigkeit scheint Lionardo auch beobachtet zu haben (Q III/8v: «zitronenfarbige kristallklare Flüssigkeit in grosser Menge»), und über die Bedeutung des Fruchtwassers beim Menschen hat er sich eine ganz ausgezeichnete Meinung gebildet (Q III/1v, I): «Das Kindlein liegt in der Gebärmutter von Wasser umgeben, weil die schweren Dinge im Wasser weniger als in der Luft wiegen, und um so weniger, je mehr das Wasser viskös und fett ist. Und dazu verteilt solches Wasser sein eigenes Gewicht samt dem Gewicht der Kreatur über den ganzen Boden und die Seiten der Gebärmutter». Dadurch, so würden wir heute etwa sagen (A. FISCHEL), ist der Fötus geschützt vor Austrocknung und, indem er im Fruchtwasser schwimmt, vor Druckeinwirkungen, die ihn schädigen oder seine Formentfaltung beeinträchtigen könnten.

Das Blatt B/38r (Abb. 2) ist überschrieben «die Gebärmutter der Kuh (,Matrice di uacha') und zeigt oben einen trächtigen Uterus, unten einen aus der Gebärmutter herausgenommenen ganzen Fruchtsack mit einem durchscheinenden Rindsembryo. Während die obere Zeichnung etwas schwieriger zu deuten ist, findet man Abbildungen, die der unteren Zeichnung ähnlich sind, auch in den heute gebrauchten Lehrbüchern (z.B. von CORNING, FISCHEL u. a.).

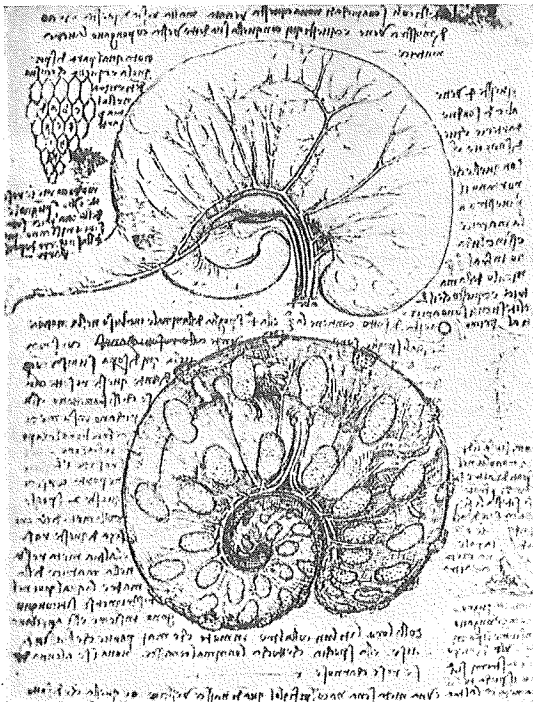


Abb. 2
(B 38 r)

Lionardo hat hier eine sog. *Placenta cotyledonata* (oder *Placenta multiplex*), wie sie für die Wiederkäuer charakteristisch ist, dargestellt. Auf der von aussen sichtbaren Fruchthaut, dem Chorion, sitzen die Zotten zu grösseren Gruppen (Kotyledonen, Zottenbüscheln) zusammengefasst. Diesen Kotyledonen entsprechen an der Gebärmutterwandung die sog. Karunkeln; hier sind die fötalen Zotten — wie die Finger in einen Handschuh — in Vertiefungen der Uterusschleimhaut hineingesteckt und werden bei der Geburt einfach aus diesen Nischen herausgezogen.

Über die Beziehungen der Kotyledonen und der Karunkeln — oder wie Lionardo sagte: der männlichen und der weiblichen Kotyledonen — finden wir auf verschiedenen anatomischen Blättern Angaben. So steht auf B/38r, S. 231: «Beachte, welcher Teil des kleinen Schwammes mit den Zähnen in die andere Partie hineingeht» oder auf Q III/8r. IV: «Die Kotyledonen haben Männchen und Weibchen; nun sollst du bemerken, wieweit das Männchen oder das Weibchen an der Gebärmutter der Frau befestigt bleibt oder nicht». Auf B/29v, S. 183/184 finde ich als Text zu der kleinen Figur am rechten Rand des Blattes (vgl. Abb. 4) die Antwort auf jene Fragestellung: «Der cotyledo a ist weiblich und bleibt in der Gebärmutter und der cotyledo n enthält die männlichen Bestandteile, die in die Höhlungen der weiblichen Kotyledonen treten». Weitere Bemerkungen über Kotyledonen sind auf Q III/1v und 9v, sowie auf Q I/1r, V (vgl. S. 103).

Heute bezeichnet man nur die dem Chorion aufsitzenden Zottenbüschel, welche Lionardo im Gegensatz zu den mütterlichen «männliche Kotyledonen» nennt, als Kotyledonen. Wenn Lionardo aber auch von «weiblichen Kotyledonen» sprach und damit die Vertiefungen in den Karunkeln meinte, so liegt das der ursprünglichen Bedeutung des Wortes *Kotyledo* viel näher (*ἡ κοτυλη* = der Napf).

Diese für die Wiederkäuer zutreffenden Verhältnisse hat nun Lionardo auch auf die menschliche *Placenta* übertragen, und damit beging er den gleichen Irrtum wie im Altertum schon HIPPOKRATES oder auch GALEN. Das können wir nur verstehen, wenn wir berücksichtigen, dass Lionardo seinen Plan, alles in der Natur selbst zu erforschen, hier wohl aus materiellen Gründen nicht mit der ihm sonst eigenen Gründlichkeit durchführen konnte.

Sogar der berühmte VESAL, den wir immer wieder zum Vergleich heranziehen müssen, hat in der ersten Auflage seiner «Fabrica» (1543) eine *Placenta zonaria* (wie sie z. B. beim Hund vorkommt) abgebildet. Es war eben damals, wie Vesal zu Beginn des 17. Kapitels des V. Buches (S. 540) selbst ausführt¹⁴), eine ausserordentliche Seltenheit, einmal eine schwangere Frau zergliedern zu können, so dass er deswegen tierisches Material heranziehen musste. In der aus dem Jahre 1555 stammenden zweiten Auflage der «Fabrica» ist dann aber dieser Fehler behoben und die typische Scheibenform der menschlichen *Placenta* gezeichnet. Eine richtige Beschreibung der menschlichen *Placenta* findet man schliesslich bei GABRIELE FALLOPIO (*Observationes anatomicae*, 1561).

Auf Q III/8r (vgl. Abb. 3) sieht man auch in der Wandung des menschlichen Uterus an drei Stellen Kotyledonen dargestellt. Sicher hat Lionardo gelegentlich auch eine menschliche Nachgeburt gesehen, und nun wollte er die hier gemachten Beobachtungen mit dem, was er an Wiederkäuerplacenten festgestellt hatte, in Übereinstimmung bringen, d. h. die geborene mensch-

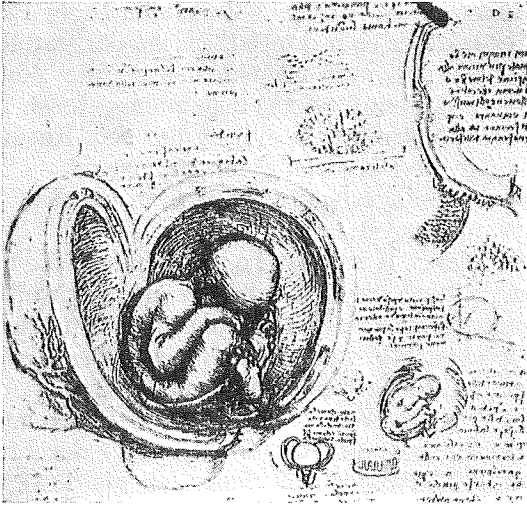


Abb. 3
(Q III/8 recto, Ausschnitt)

liche Placenta discoidales von der Placenta multiplex ableiten. In diesem Sinne möchte ich die folgende Textstelle, die zu der kleinen Figur unten am rechten Bildrand auf B/38r (vgl. Abb. 2) gehört, deuten: «... wenn die Gebärmutter sich zusammenzieht, dann kommt es dazu, dass alle diese kleinen fleischigen Schwämme¹⁵⁾ sich mit den Seiten berühren und zuletzt, indem sie sich mit ihren hexagonalen Seiten vereinigen, fließen sie zu einem einzigen Stück Fleisch zusammen; in der nächsten Schwangerschaft teilen sie sich neuerdings und breiten sich wieder aus» (S. 232).

Mc. MURRICH glaubt, dass Lionardo im Uterus auf Q I/1r (vgl. Abb. 5) eine Placenta discoidalis andeuten wollte; bei der mittleren Abbildung auf Q III/7r (vgl. Abb. 6) könnte man das eventuell auch glauben, doch muss man sich hüten, zuviel in eine solche Zeichnung hineininterpretieren zu wollen.

In diesem Zusammenhang interessiert auch folgende Bemerkung Lionardo's (Q III/7v, XIII): «Und merke wohl die Nabelvene dort an, wo sie in der Gebärmutter endet».

Weiter befasste sich Lionardo mit der Trennung der kindlichen und der mütterlichen Placenta bei der Geburt. «Ich beachte, wie die Nachgeburt („secundina“) mit der Gebärmutter verbunden ist und wie sie sich von ihr löst» (Q III/8r, VI); die Figur rechts oben (vgl. Abb. 3) zeigt die Lösung. «Und die eine Hälfte geht mit dem Kalb...», so schrieb Lionardo auf B/38r (S. 232), «und die andere Hälfte, welche darüber ist, bleibt in der Gebärmutter», und ähnlich — nun auf die Verhältnisse des Menschen übertragen — auf B/29v (S. 184): «Die kleinen Schwämme, welche den Uterus der Mutter mit der Nachgeburt des Kindes verbinden, teilen sich in der Mitte ihrer Dicke und die eine Hälfte bleibt im Uterus und die andere an der Nachgeburt, welche das Kind überzieht».

GALEN und die Bearbeiter seiner Schriften hatten einen kontinuierlichen Übergang der kindlichen Nabelgefäße in die Gefäße der Gebärmutter angenommen. Wenn nun LIONARDO DA VINCI zu Beginn des 16. Jahrhunderts

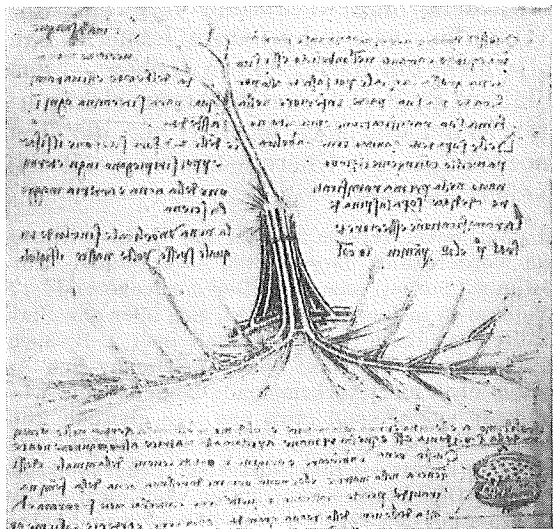
erkannte, dass der mütterliche und der fötale Kreislauf voneinander getrennt sind, so war das bis zu dem Zeitpunkt, in welchem WILLIAM HARVEY (1578—1657) mehr als ein Jahrhundert später¹⁰⁾ auch den fötalen Kreislauf richtig erklärte, eines der hervorragendsten Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet; seine Bedeutung scheint Lionardo allerdings nicht ganz erfasst zu haben (vgl. unten). Zwei Stellen mögen die Ansicht LIONARDO's belegen. «Diese Vena umbilicalis gibt bei den Tieren, die in der Gebärmutter gebildet werden, allen Venen den Ursprung, aber sie hat ihren Ursprung in keiner Vene der schwangeren Frau, weil jede dieser Venen von den mütterlichen Venen vollständig getrennt ist» (B/29v, S. 184). «Aber die Venen des Kindes verzweigen sich nicht in der Substanz des Uterus seiner Mutter, sondern in der Placenta, welche an Stelle eines Hemdes im Innern der Gebärmutter, die es auskleidet, ist, und mit dieser durch die Kotaldonen verbunden (aber nicht vereinigt) ist» (Q I/1r, V); im gleichen Abschnitt vergleicht er auch die Beziehungen von fötalen und mütterlichen Gefässen mit solchen, «wie die Verzweigung der Venen der Lunge mit den Verzweigungen der Trachea haben, welche sie erfrischen».

Mit den oben zitierten Äusserungen Lionardo's ist z. B. eine solche Stelle (Q III/8r, XII) nicht in Einklang zu bringen: «Die Speise ernährt ein solches Geschöpf nicht in anderer Weise, als geschieht mit den anderen Teilen der Mutter, d. i. Händen, Füßen und anderen Teilen». Ähnliche Angaben sind auch auf Q II/11r (vgl. S. 107), III/8v und V/26r.

Eine interessante Abbildung der mütterlichen und der kindlichen Gefässe gibt Lionardo auf Q I/1r (vgl. Abb. 5). Man sieht die Aorta und die untere Hohlvene der Mutter (rechts oben) und des Kindes (links unten) sich in die Vasa ilica comm. und diese ihrerseits noch in die Vasa hypogastrica und femoralia aufteilen. Zwischen den Aa. und Vv.

Abb. 4

(B 29 verso, Ausschnitt)



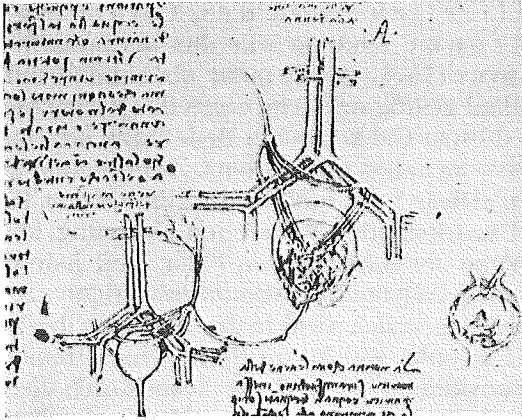


Abb. 5
(Q I/1 recto, Ausschnitt)

ilicae ist bei der Mutter der Uterus mit einer Placenta (discoidalis?), beim Kind die Harnblase gezeichnet. Der Uterus erhält jederseits einen Gefässast je aus der A. und V. ilica comm.¹⁷⁾ und ferner zieht aus diesen Gefässen — bei Mutter und Kind — je ein Gefässast zum Nabel; zum kindlichen Nabel zieht auch noch der von der Harnblase ausgehende Urachus (vgl. S. 99) und der aus der Placenta kommende Nabelstrang. Die eigentliche Vena umbilicalis zieht — wiederum bei Mutter und Kind — kranialwärts, um sich, wie aus dem Text hervorgeht, in der Leber zu verzweigen.

Die Art der Darstellung ist sehr originell; aber sie zeigt sachliche Fehler. So gibt es keine paarige, in ihrem Verlauf den Nabelarterien entsprechende (also aus den Vv. hypogastricae entspringende) Nabelvenen¹⁸⁾. Lionardo hat das später selbst gesehen und dann die Gefässe z. B. auf Q III/7v, welches Blatt um 1506/12 entstanden sein soll, nicht mehr gezeichnet! Auch wäre die V. umbilicalis beim Erwachsenen obliteriert, was Lionardo auf einem andern Blatt (Q III/8v; vgl. unten) auch bemerkt hat. Auffällig ist auch — wir wollen ja nicht nur nach Fehlern suchen —, dass Lionardo hier wie auf andern Blättern (z. B. B/4r und 29v) ganz richtig nur eine Vena umbilicalis zeichnet und auch im Text von *der* Vena umbilicalis spricht, während noch VESAL (in Übereinstimmung mit GALEN) fälschlicherweise zwei Nabelvenen annimmt.

Nicht ganz leicht verständlich ist die Gefässzeichnung auf B/29v (vgl. Abb. 4). Die mehr im Vordergrund dargestellten vier Gefässe würden das Blut aus den Eihüllen (Amnion und Chorion) sammeln. Der dazugehörige Text (S. 183—185) zeigt, dass Lionardo, zumindest in jenem Zeitpunkt, sich über den Blutkreislauf nicht recht klar geworden ist. Den gleichen Eindruck erhält man z. B. auch aus dem Text auf Q I/7r. Im übrigen findet man auch auf dieser Zeichnung den Aa. umbilicales entsprechende, in Wirklichkeit eben nicht vorkommende Begleitvenen, wie auf QI/1r oder auf B/4r, welche Skizzenblätter anscheinend etwa aus der gleichen Zeit stammen. Die Aa. umbilicales sollten nach Lionardo (B/29v, S. 184/85) den «Spiritus vitalis» führen.

Die Stellung Lionardos zum Blutkreislauf charakterisiert K. SUDHOFF (1928) mit folgenden Worten: «Den Blutkreislauf hat er wohl nicht entdeckt, aber die grössten Probleme hier gleichsam mit den zergliedernden Händen und bohrenden Gedanken gestreift.»

Lionardo hat auch richtig erkannt, dass die Ernährung des Embryos durch die Vena umbilicalis geschieht. «Durch die Vena umbilicalis entsteht das Leben und der Körper jedes Vierfüßers . . .» (B/4r, S. 41) oder «Beschreibe, welcher Zweig des grossen Gefässes derjenige ist, mit welchem die Mutter das Kindlein durch die Nabelvene ernährt» (Q III/8v, XVI). Die Beziehungen der Vena umbilicalis zur Leber gehen aus verschiedenen Abbildungen hervor; am schönsten zeigt B/4r eine Aufzweigung der Vene in der Leber (andeutungsweise auch B/29v, Q I/1r, 7r. u. a.). Der Ductus venosus, der dann später von ARANZIO (1530—1589) beschrieben wurde, ist Lionardo nicht aufgefallen. Was mit dem ernährenden Blut der Vena umbilicalis weiter geschieht, ist auch noch für Lionardo reine Spekulation.

Wie sehr gelegentlich auch die Anschauungen Lionardo's noch den Stempel seiner Zeit tragen, geht gerade aus einer solchen Stelle (Q III, 7v, III) hervor: «Der Kot, der sich in den Gedärmen der Kindlein findet, welche in der Gebärmutter liegen, entsteht aus dem ‚Menstrualblut‘ der Mutter, das von den beiden Verzweigungen und von dem grossen Gefäss des schwangeren Weibes kommt, und durch den Nabelstrang des Kindleins geht und durch die Nabelvene dringt, welche sich in der Leber des Kindleins verzweigt; und durch die Vene, die vom Pfortner des Magens kommt, dringt es zum Magen hin und bewirkt die Verdauung des mütterlichen Blutes, indem es sich in Chylus umbildet. Und nachher folgt der Gang der Fäzes durch die Gedärme in derselben Weise, wie es geschieht, wenn es ausserhalb des Bauches seiner Mutter ist; aber nicht mit solcher Häufigkeit der Zeit nach, weil die Mesenterialgefässe einen grossen Teil der Substanz solchen Kotes an sich ziehen, um die Quantität eines Kindleins zusammenzusetzen.» Man vergleiche auch Q III/7v, VII u. X.

Die nach der Geburt einsetzende Obliteration der Vena umbilicalis ist Lionardo aufgefallen: «Wenn die Nabelvene in Tätigkeit ist, wozu sie geschaffen wurde, erhält sie die vornehmste Lage im Menschen, d. i. die Mitte des Rumpfes, sowohl der Höhe als der Breite nach. Aber wenn solche Vene nachher ihrer Funktion beraubt wurde, zog sie sich zur Seite zusammen mit der Leber, geschaffen und nachher ernährt durch diese. Und dieser obere Teil der Nabelvene wurde vertrieben durch die Veränderung der Mitte der Leber, . . .» (Q III/8v, III).

Auf Q III/7r und 7v befasst sich Lionardo mit der Länge der Nabelschnur. «Die Nabelvene ist stets ebenso lang als die Länge des Kindleins» (Q III/7v, V).

Ferner: «Die Länge des Nabelstranges ist gleich lang der Länge des Kindleins in jeder Stufe seines Alters, aber nicht jene der anderen Tiere» (Q III/7r, VII). Hier scheint mir die angegebene Länge der Nabelschnur, die an und für sich stimmen mag, weniger bemerkenswert als die Tatsache, dass Lionardo, um diese Behauptung in so bestimmter Form aufstellen zu können, menschliche und tierische Föten verschiedener Altersstufen untersucht haben muss.

Ähnlich wie schon im Corpus hippocraticum vermutlich von Polybos auf grundsätzlich ähnliche Entwicklungsvorgänge bei Tieren und Pflanzen hingewiesen wurde, so zieht Lionardo da Vinci 1900 Jahre später eine Parallele zwischen dem Nabelstrang des Menschen oder der Tiere und dem der Pflanzensamen (Q III/9v, X): «Alle Samen haben den Nabelstrang, der zerreisst, wenn dieser Samen reif ist. Und in ähnlicher Weise haben sie die Matrix (‚matrice‘) und die ‚secundina‘, wie die Strohgewächse und sämtliche Samen, die in Schoten wachsen, zeigen.»

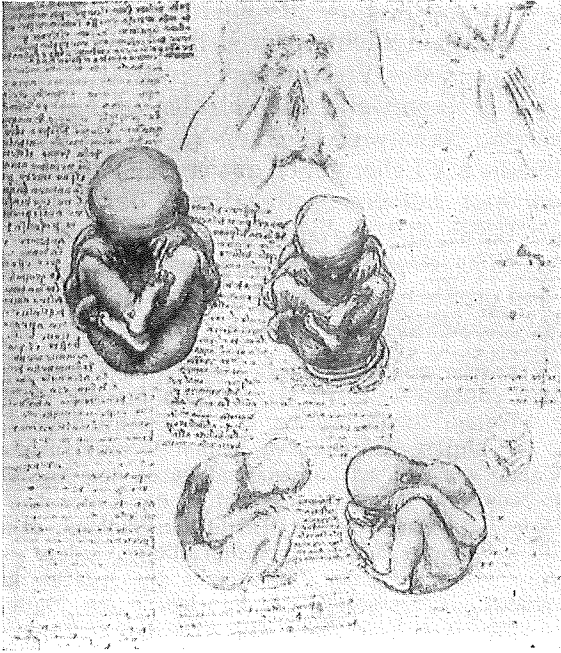


Abb. 6
(Q III/7 recto, Ausschnitt)

Eine Reihe von menschlichen Embryonen hat Leonardo auf den Blättern Q III/7r und 8r, die beide aus den Jahren 1506/12 stammen sollen, gezeichnet. Es scheint, dass Leonardo damals Gelegenheit gehabt hat, einmal eine während der Schwangerschaft verstorbene Frau zu sezieren¹⁹. Das Blatt 7r (vgl. Abb. 6) zeigt vier zusammengekauerte Föten in Frontal- und Seitenansicht, die Hauptfigur auf Blatt 8r (vgl. Abb. 3) einen Fötus in Steisslage im Uterus. Diese beiden Blätter enthalten die schönsten embryologischen Zeichnungen Leonardo's.

Vermutlich handelt es sich bei allen diesen Zeichnungen um den gleichen Fötus; seine Haltung, sowie die Lagerung der Arme und Beine — rechter Fuss immer vor dem linken Fuss — ist überall genau die gleiche.

Der Medizinhistoriker K. SUDHOFF schreibt über diese Zeichnungen Leonardos: «Immer und immer wieder begegnen wir in seinen Handzeichnungen Darstellungen des Embryo in seiner natürlichen Haltung und Lagerung in utero —, abermals unbeflecktes Selbstsehen der Natur zu eigenen weltfremden Studienzwecken, während die Praktiker ringsherum sich mit der Anleihe bei anderthalbtausendjähriger Überlieferung begnügten, ...» (1907, S. 74/75).

Die Haltung und die Proportionen²⁰ des Fötus sind gut getroffen. Wenn M. ROTH (1907, S. 26) dazu bemerkt, «es handelt sich dabei um Aktfiguren, nicht um Anatomie», so ist er mit seiner Kritik an Leonardo einmal mehr weit darüber hinausgeschossen. Wer sich eine Vorstellung machen will von dem gewaltigen Fortschritt, den die Darstellungen Leonardo's bedeuten, der vergleiche z. B. die von K. SUDHOFF (1907—1908) veröffentlichten Abbildungen von Kindslagen mit den betreffenden Zeichnungen von Leonardo da Vinci.

Lionardo wusste anscheinend auch, dass die meisten Kinder in Kopflage geboren werden; der von Lionardo in Steisslage beobachtete Fötus hätte sich also bis zur Geburt noch wenden müssen, und so schloss er: «Das Kindlein wendet sich beim Lostrennen der Kotyledonen mit dem Kopf nach unten» (Q III/1v, I). Diese Drehung erfolgt aber gewöhnlich schon etwa im Verlauf des fünften Schwangerschaftsmonates. Weiter hätte er gerne gewusst, «was es hinausstösst aus dem Leib der Mutter und aus welchem Grund es manches Mal aus dem Bauche seiner Mutter vor der gehörigen Zeit herauskommt» (B/20v, S. 129).

Auch die Darstellung des menschlichen Uterus mit einer einfachen Höhle (Q III/1v und 8r) ist ein Fortschritt der Lionardo'schen Anatomie, denn in der damals ja noch weit verbreiteten GALENSCHEN Anatomie wurde der Uterus gewöhnlich zweikammerig geschildert. Den nicht graviden Uterus hat Lionardo aber zu gross gezeichnet (z. B. Q I/11r und 12r⁹).

Dass Lionardo sich über den embryonalen Blutkreislauf nicht richtig klar geworden ist, geht auch aus seiner auf verschiedenen Blättern gemachten Behauptung hervor, dass das Herz des Fötus deshalb nicht schlage, weil er im Fruchtwasser nicht atmen könne. «Diesem Kindlein schlägt das Herz nicht, und es atmet nicht, weil es kontinuierlich im Wasser liegt; und falls es atmete, würde es ertrinken²¹); und das Atmen ist ihm nicht nötig, weil es durch das Leben und die Speise der Mutter belebt und ernährt wird. . . » (Q III/8r, XII). «. . . Und indem es auf diese Weise bewiesen wird, dass das Kindlein im Leibe der Mutter nicht atmen kann, ist das Schlagen des Herzens nicht notwendig, . . . » (Q V/26r). «. . . Aber die Atmung und der Herzschlag der Mutter wirken auf das Leben des Kindes, das durch die Nabelschnur mit ihr verbunden ist, ebenso wie auf die übrigen Teile» (Q II/11r).

Ich habe schon oben (S. 103) ausgeführt, dass Lionardo die Trennung des fötalen und des mütterlichen Kreislaufes erkannt, die Bedeutung dieser Entdeckung, das geht nun auch aus den vorstehenden Zitaten hervor, aber nicht erfasst hat.

Wenn das Kindlein im Mutterleib nicht atmet, dann, so überlegte Lionardo folgerichtig, ist auch keine Stimmbildung möglich. «Inwieweit das Kindlein im Körper seiner Mutter zu weinen oder irgendeine Art von Stimme zu bilden vermag oder nicht. Es wird geantwortet: Nein, weil es nicht atmet, auch keine Art von Respirieren da ist; und wo keine Atmung ist, gibt es keine Stimme» (Q III/7r, X). «Wenn die Weiber sagen, dass man das Kindlein ab und zu innen in der Gebärmutter weinen höre, so ist dies vielmehr irgendein Geräusch von dem Wind, . . . » (Q III/7v, VIII).

Einige weitere Notizen Lionardo's betreffen das Verhältnis von Körper und Seele. Die Seele der Mutter beherrscht nun zwei Körper (Q III/3v, V; 8r, XII; 8v, XV) «und die Wünsche und die Furcht und die Schmerzen sind gemeinsam» (Q III/8r, ähnlich auch 8v); «. . . wie man die Mutter sieht eine Nahrung begehren, und das Kindlein, das davon gezeichnet bleibt» (Q III/3v); «und eine plötzliche Furcht tötet die Mutter und das Kindlein» (Q III/8r).

Solche Fragen, die ja auch schon im Altertum diskutiert wurden, beschäftigten Leonardo über viele Jahre, stammt doch das Blatt Q III/3v etwa aus dem Jahre 1498, also aus der Zeit, in welcher sich Leonardo vor allem mit dem Studium der alten Autoren²²⁾ befasste und noch nicht eigenhändig zergliederte, und die Blätter Q III/7 und 8 — immer nach v. SERDLITZ und HOLL — aus den Jahren 1506—1512.

In wahrhaft dichterischer Formulierung fasste Leonardo auf Q IV/10r seine Meinung in folgenden Sätzen zusammen (zit. nach LÜCKE S. 102): «Der menschliche Geist kommt zwar auf allerlei Erfindungen, die mit verschiedenen Mitteln denselben Zweck erreichen, aber er wird nie eine schönere, einfachere oder unmittelbarere Erfindung ersinnen als die Natur, da in ihren Erfindungen nichts fehlt und nichts überflüssig ist. Sie greift nicht zu Gegengewichten, wenn sie die bewegungsfähigen Glieder in den Körpern der Lebewesen erschafft, sondern sie legt die Seele hinein, die diesen Körper bildet, d. h. die Mutterseele, die zuerst die Gestalt des Menschen in der Gebärmutter bildet und dann zur rechten Zeit die Seele weckt, die darin wohnen soll. Bis dahin schlummert diese unter der Obhut der Seele der Mutter, die durch die Nabelschnur, mit allen geistigen Teilen, Nahrung zuführt und Leben spendet, und das geht solange weiter, wie die erwähnte Nabelschnur mit dem Mutterkuchen (*secundina*) und den Eihäuten (*cotiledoni*) zusammenhängt, wodurch das Kind mit der Mutter verbunden ist. Das ist auch der Grund, weshalb irgendein Wunsch, ein heftiges Verlangen, ein Schreck, den die Mutter erlebt, oder irgendeine andere geistige Not auf das Kind stärker wirkt als auf die Mutter; denn oft verliert das Kind dadurch ja sogar das Leben.»

Leonardo plante (1489), sich in seinem Buch über die Anatomie auch mit dem Wachstum des Fötus und des Kindes zu befassen. «Und sein Wachstum, und welches Intervall sei zwischen einem bestimmten Grad des Wachstums bis zu einem anderen, . . .»; ferner: «Dann wirst du beschreiben, welches die Glieder seien, so nachher, wenn das Kind geboren ist, schneller wachsen als die anderen, und das Mass eines Kindes von einem Jahre» (B/20v, S. 129).

Die Länge eines Neugeborenen gibt Leonardo mit einer Armlänge (*braccio*) an; das müssen somit ca. 50 cm sein (was auch ungefähr der Länge des Unterarmes und der Hand mit ausgestreckten Fingern entspricht). «Die Länge des Kindleins, wenn es geboren wird, ist gewöhnlich ein *braccio*, und gewöhnlich wächst es drei *braccia*, d. i. bei der durchschnittlichen Grösse der *Species humana*» (Q III/7r, VI). Auch das Verhältnis der Körpergrösse des Neugeborenen zu der des Erwachsenen hat Leonardo richtig beobachtet.

Der Fötus, welcher etwa die Hälfte der Länge des reifen Kindes und $\frac{1}{8}$ des Geburtsgewichtes hat — somit also ein halber «*braccio*» lang (Q III/7v, X und Q I/10r, V) und ca. 400 g schwer ist —, stammt aber aus der ersten Hälfte des 6. Schwangerschaftsmonates²³⁾ und nicht, wie Leonardo vermutete, aus dem 4. Monat: «Sage, wie im 4. Monat das Kind die Hälfte seiner Länge hat, d. h. achtmal weniger Gewicht, als wenn es geboren ist» (Q I/10r, V). Ein Fötus vom Ende des vierten Monates wäre nur ca. 16 cm lang und etwa 100 g schwer.

Eine weitere für die damalige Zeit gar nicht selbstverständliche Feststellung Leonardo's, welche auch für seine Beobachtungsgabe zeugt, ist die, dass

das fötale Wachstum des Kindes stärker ist als das postnatale Wachstum (Q III/7v, III und IV): «... dieses wächst viel mehr pro Tag, wenn es im Körper seiner Mutter verweilt, als es tut, wenn es ausserhalb des Körpers ist; und dies lehrt uns, warum es im ersten Jahre, wenn es ausserhalb des Körpers seiner Mutter sich befindet, oder in den ersten 9 Monaten, die Grösse von den 9 Monaten, als es im Körper seiner Mutter sich befand, nicht verdoppelt; und also fährt es fort, alle 9 Monate die Quantität solches Wachsens zu vermindern, bis dass es seine grösste Länge beendigt hat».

Der Frage nach dem Primat der Organe (Welches Organ entsteht als erstes?), die seit HIPPOKRATES mehr als 2000 Jahre lang bis zu HARVEY fast alle embryologisch interessierten Naturforscher beschäftigt und zu vielen unfruchtbaren Erörterungen Anlass gegeben hat, konnte sich auch Lionardo nicht entziehen. Obwohl nach seiner mehrfach geäusserten Meinung (vgl. S. 107) das Herz des Fötus nicht schlägt, wäre doch das Herz das zuerst gebildete Organ, und der ganze Körper würde aus dem Herzen hervorgehen (B/17v, S. 115): «Der ganze Körper nimmt, was die erste Entwicklung betrifft, seinen Ursprung aus dem Herzen; und das Gleiche gilt also für das Blut und die Venen und die Nerven, obwohl man diese Nervenstränge offensichtlich aus dem Nacken entstehen sieht...».

Die Ansicht vom Primat des Herzens ist von EMPEDOKLES von Agrigent (etwa 490 bis 430 v. Chr.) aufgestellt und dann vor allem von ARISTOTELES (De generatione, 2. Buch) vertreten worden. Auch GALEN hat sich ausführlich mit dieser Frage befasst und — nachdem er anfänglich angenommen hatte, dass das Herz als erstes Organ entstehen würde — schliesslich die Lehre vom Primat der Leber aufgestellt. Dass Lionardo auch dazu Stellung nahm, ist nicht verwunderlich. Mit seiner Anschauung hat er sich diesmal aber nicht GALEN, sondern ARISTOTELES angeschlossen²⁴); und ebenso folgte er mit der Annahme, dass die Venen aus dem Herzen entstehen würden — auch das ist eine alte Streitfrage, die in der Literatur zu weitschweifiger Polemik Veranlassung gegeben hat —, ARISTOTELES, während GALEN nur die Arterien aus dem Herzen, die Venen aber aus der Leber hervorgehen liess²⁵).

Die Notiz Lionardos: «Der Nabel ist die Türe, durch welche unser Körper entstanden ist...» (B/4r, S. 42) erinnert etwas an die Äusserung des Philosophen DEMOKRITOS (geb. um 460 v. Chr.), dass zuerst der Nabel entstehen würde.

Über die anderen Organe des Fötus findet man bei Lionardo nur wenige Angaben²⁶). Er kannte die Formunterschiede zwischen der Leber des Fötus und der des Erwachsenen (Q I/10r, III/7v und 8v). «Du sollst die Leber im Embryo von der des (sc. erwachsenen) Menschen verschieden machen, d. h. gleich sowohl in ihrem rechten als in ihrem linken Teil» (Q I/10r, III). «Die Leber schwindet oder wird vermindert auf der linken Seite, wenn sie ausgewachsen ist, weil auf dieser Seite die Milz und der Magen zunehmen, und nicht auf der rechten — und ferner, um dem Herzen Platz zu geben» (Q III/8v, XII; vgl. auch die Abschnitte III, IV und VI). Ferner hat Lionardo die Milz und den Magen des Fötus besonders erwähnt.

«Und die Milz, die zuerst eine visköse Wässerigkeit war, faltbar und biegsam, irgend einer Sache, die sie aus ihrer Lage trieb, platzgebend, fängt nachher an, sich zusammenzuziehen und sich zu verdichten und sich in ihrer gehörigen Gestalt zu bilden;

und es ist erforderlich, dass sie in die Stelle, die der linke Teil der Leber einnahm, eintritt...» (Q III/8v, III).

«Wir fanden... den Magen dieses Kindleins, dass er von dem des Mannes nicht verschieden war» (Q III/7v, X).

*

Das wären also die embryologischen Forschungen und Anschauungen des berühmten Malers und Naturforschers Lionardo da Vinci, so wie sie aus seinen Notizen und Skizzen hervorgehen. Diese weitverstreuten embryologischen Bemerkungen Lionardos einmal herauszusuchen²⁷⁾ und zu ordnen, um sich dann daraus ein mehr oder weniger abgerundetes Bild von seinen entwicklungsgeschichtlichen Kenntnissen zu machen, war der Sinn der vorliegenden Arbeit. Dass Lionardo, von welchem der bekannte Künstlerbiograph G. VASARI (1550) fast tadelnd schrieb, er hätte «von Kindheit an seinen unbeständigen und wandelbaren Geist auf viele Dinge gerichtet und, kaum begonnen, wieder liegen gelassen», sich auch mit der Entwicklung der Tiere beschäftigen und sich vor allem seine Gedanken über das Werden des Menschen machen musste, wird jeder begreifen, der sich mit diesem grossen Renaissance-Menschen näher befasst hat.

Die embryologischen Zeichnungen und Texte sind in weit geringerer Zahl als die anatomischen; in beiden Fällen erstreckt sich ihre Entstehung über etwa 2½ Jahrzehnte. Lionardo hat auf dem Gebiet der Anatomie erfolgreicher gewirkt als auf dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte. Aber ist es etwa dem grossen VESAL besser gegangen?

Es ist ein grosses Verdienst von Lionardo, dass er den Glauben an die Unfehlbarkeit der alten Schriftsteller überwand und sich — als einer der Ersten seit dem Altertum — auch in embryologischen Fragen durch die eigene Beobachtung der Natur eine selbständige Meinung zu bilden versuchte. Dabei scheint es mir nun wesentlich, darauf hinzuweisen, dass Lionardo erkannt hat, dass der Bau des menschlichen Körpers nur am Menschen selbst studiert werden kann, während man in der Erforschung seiner Entwicklung auf diesem Wege allein nicht zum Ziele gelangen kann²⁸⁾; besonders zum Studium der Frühentwicklung brauchen wir die vergleichende Embryologie, der sich Lionardo zunächst zuwandte («Deine Anordnung soll sein mit dem Anfang der Bildung des Kindleins in der Gebärmutter, ... lernend z. T. aus dem Ei, das die Hühnchen legen (vgl. S. 95), «Lass dir eine Nachgeburt vom Kalbe geben» usw.).

Gelegentlich hat nun auch Lionardo solche an tierischen Objekten gemachte Beobachtungen allzu leichtfertig auf die menschlichen Verhältnisse übertragen, so z. B. die Placenta cotyledonata und die Allantois der Wiederkäuer; zum Teil konnte er sich auch von den überlieferten Anschauungen noch nicht ganz loslösen (Allantois des Menschen, Darstellung der Nabelgefässe, «Hier wird der Samen gekocht und er war vorher Blut», Einfluss der Eiform auf die Geschlechtsbestimmung u. a. m.). Wenn M. ROTH (1892, S. 45) schrieb: «Freilich wäre es geradezu ein Wunder, wenn VESAL nicht

Spuren des vor kurzem und mühsam überwundenen Galenglaubens erkennen liesse», um wieviel mehr gilt eine solche Entschuldigung für den einige Jahrzehnte vor VESAL forschenden Lionardo da Vinci. Auch wollen wir nicht allzu kleinlich — nun ausgerüstet mit dem Wissen des 20. Jahrhunderts — aus den Hunderten von anatomischen und embryologischen Zeichnungen und Notizen Lionardo's die Fehler heraussuchen²⁹⁾, sondern wir wollen uns immer vor Augen halten, was die Forschungen Lionardo's noch für das ausgehende Mittelalter bedeuten mussten! Und sagte nicht Lionardo selbst: «Die Wahrheit war immer nur die Tochter der Zeit»? — ein ewig gültiges Wort eines grossen Naturforschers, der — gerade durch sein Wissen — bescheiden war.

Lionardo hat nun auch eine Reihe von richtigen, z. T. ganz vorzüglichen Beobachtungen gemacht, die seiner Zeit lange voraus waren. So wies er z. B. darauf hin, dass das Geschlechtsprodukt der Mutter gleich dem väterlichen Samen einen Einfluss auf die Erbanlage des Kindes hat; die Bedeutung des Fruchtwassers hat er sehr anschaulich geschildert. Er erkannte (oder ahnte zumindest) die Trennung des mütterlichen und des fötalen Kreislaufes. Für seine ausgezeichnete Beobachtungsgabe spricht z. B. die richtige Feststellung, dass der Körper in der Gebärmutter rascher wachse als nach der Geburt oder dass die Form der Leber beim Fötus und beim Erwachsenen verschieden sei.

So liessen sich — pro und contra Lionardo's embryologische Konzeption — noch manche Beispiele anführen. Aber alle wesentlichen Textstellen²⁷⁾, die uns über die entwicklungsgeschichtlichen Anschauungen Lionardo's Auskunft geben können, sind in der vorliegenden Arbeit ja nachgewiesen und zum grossen Teil (wenigstens soweit ihr Inhalt von grundsätzlicher Bedeutung ist) wörtlich angeführt, so dass ich es jedem Leser überlassen kann, sich daraus auch eine eigene Meinung zu bilden.

Lionardo da Vinci steht als Künstler und als Naturforscher zwischen dem Mittelalter und der neuen Zeit. Fällt auch sein Leben noch in das ausklingende Mittelalter, so sind doch seine naturwissenschaftlichen Forschungen und Anschauungen nach ihrem geistigen Inhalt bereits zur Neuzeit zu rechnen. «Im Zeitalter des COLUMBUS und KOPERNIKUS bahnt Leonardo nicht nur den erhabensten Kunstschöpfungen eines RAFFAEL, eines GIORGIONE, eines MICHELANGELO den Weg», so beschliesst G. NICODEMI (1939) seine Einführung zu Lionardo's Leben und Werk, «sondern er eröffnet auch den Zugang zu allen wissenschaftlichen und mechanischen Errungenschaften GALILEI's und zu jenen, die den von ihm vorausgeahnten Zeiten die schönste Erfüllung bringen werden».

Anmerkungen

¹⁾ A/17r, S. 179 heisst: dieses Blatt findet sich im Band A (Fogli A, 1898) der von SABACHNIKOFF und PIUMATI herausgegebenen anatomischen Blätter Lionardos, und zwar als Blatt Nr. 17; die betr. Textstelle ist auf der Vorderseite des Blattes der Faksimilewiedergabe (r = recto folio), die gedruckte Übersetzung auf S. 179.

²⁾ Die Originale sind heute in der königlichen Bibliothek von Windsor. Für die vorliegende Arbeit wurden die in der Basler Universitätsbibliothek vorhandenen Faksimileausgaben von SABACHNIKOFF und PRUMATI (Fogli A & B) und von VANGENSTEN, FONAHN und HOPSTOCK (Quaderni d'Anatomia I—VI), sowie die von M. HERZFELD und Th. LÜCKE ausgewählten und herausgegebenen Aufzeichnungen Lionardos benutzt.

³⁾ Q I/13v, XV heisst: dieses Blatt findet sich im I. Band der von VANGENSTEN, FONAHN und HOPSTOCK veröffentlichten Quaderni d'Anatomia, die betr. Textstelle als Abschnitt XV auf der Rückseite (v = verso folio) des Blattes Nr. 13.

⁴⁾ Dieses Blatt soll nach W. VON SEIDLITZ (1913) und M. HOLL (1914) im Jahre 1489 entstanden sein, also zu einer Zeit, in welcher Lionardo noch keine eigenen Untersuchungen an der Leiche vorgenommen hatte. (Vgl. auch Anmerkung 22.)

⁵⁾ Vgl. J. HYRTL: Das Arabische und Hebräische in der Anatomie, S. 221 und 299.

⁶⁾ Das betr. Blatt ist reproduziert bei NICODEMI S. 117, bei McMURRICH als Fig. 4.

⁷⁾ Diese Meinung, dass das im 8. Schwangerschaftsmonat geborene Kind nicht leben könne (wohl aber das im 7. Monat geborene), geht auf Hippokrates zurück. Grundsätzlich ist aber ein im 8. Monat geborenes Kind lebensfähig, und man bezeichnet ein Kind, welches in der 29. bis 39. Woche zur Welt kommt, als Frühgeburt im Gegensatz zu einer mit 1 bis 28 Wochen ausgestossenen Fehlgeburt (Abortus). Lionardo hat sich auch für die Ursachen der Früh- bzw. Fehlgeburt interessiert (B/20v, S. 129; vgl. S. 107 unserer Arbeit).

⁸⁾ «Die Küchlein werden ausgebrütet mittelst der Feueröfen» (Q III/7r, XIII).

⁹⁾ Die Sektion einer schwangeren Frau ist sicher aus den Jahren 1563/64 aus Bologna überliefert (vgl. BLOCH S. 302); vielleicht hat aber VESAL schon früher auch Gravidae sezziert (vgl. ROTH, 1892, S. 84).

¹⁰⁾ Das Blatt Q III/10v ist bei McMURRICH als Fig. 53 reproduziert; der zitierte Satz steht unter dem rechten Hoden der grossen Mittelfigur.

¹¹⁾ CL. GALENI opera omnia, ed. KÜHN, 1822; Vol. IV De semine, Pg. 613: «Semen est sanguis exacte percoctus a vasis ipsum continentibus» (zit. nach BLOCH, S. 260).

¹²⁾ Das Säugetierei wurde — wegen seiner Kleinheit erst nach der Erfindung des Mikroskopes — 1827 durch K. E. VON BAER (1792—1876) entdeckt.

¹³⁾ Der Autor dieser embryologischen Abhandlung ist nicht sicher bekannt; nach GALEN wäre es POLYBOS, der Schwiegersonn HIPPOKRATES'.

¹⁴⁾ Die betr. Stelle ist bei M. HOLL (1905, S. 128) wörtlich zitiert; vgl. auch M. RORN (1892) S. 84 und 147.

¹⁵⁾ Diese «kleinen fleischigen Schwämme» sind eben die Kotyledonen; vielleicht soll die kleine Figur links oben (vgl. Abb. 2) zeigen, wie «sie sich mit ihren hexagonalen Seiten vereinigen».

¹⁶⁾ W. HARVEY: ‚Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus‘ (1628); in seinem Alterswerk ‚Exercitationes de generatione animalium‘ (1651) befasste er sich auch mit Embryologie. HARVEY hat nicht nur den Blutkreislauf des geborenen Menschen, sondern auch den embryonalen Kreislauf — aufbauend auf den Untersuchungen von Aranzio — entdeckt.

¹⁷⁾ Auch beim graviden Uterus der Kuh (vgl. Abb. 2) sind vier sich in der Wandung der Gebärmutter ausbreitende Gefässe gezeichnet.

¹⁸⁾ Vielleicht liegt hier eine Verwechslung mit den Vv. epigastricae caudales vor.

¹⁹⁾ Der Fötus war eine halbe Armlänge lang (Q III/7v, X) und — nach Lionardo's Schätzung — etwa vier Monate alt (nach unserer Meinung sechs Monate, vgl. S. 108). Vgl. ferner auch Anmerkung 9.

²⁰⁾ Obschon die Grösse des embryonalen und kindlichen Kopfes sogar schon ARISTOTELES und anderen antiken Schriftstellern aufgefallen ist, findet man noch in der Renaissance auf manchen Kunstwerken den Kopf des Neugeborenen viel zu klein dargestellt, und sogar noch etwa 1 Jahrhundert später als Lionardo zeichnete SEVERIN PINEAU, ein Schüler PARÉ's, die menschlichen Embryonen — in einem wissenschaftlichen Werk! — mit den Proportionen des Erwachsenen.

²¹⁾ Die gleiche Ansicht auch auf Q V/26r, Q II/11r, Q III/7r.

²²⁾ In diesem Zusammenhang wird auch AVICENNA zitiert (Q III/3v): «Hier will Avicenna, dass die Seele die Seele erzeugt und der Körper den Körper und jeden Teil — per errata». Vgl. auch Anmerkung 4.

²³⁾ Vgl. W. STOECKEL, Lehrb. d. Geburtshilfe (1935) S. 67/68 und 71 (Figr. 60 und 61), ferner F. P. MALL, Handb. d. Entwicklungsgesch. d. Menschen I, S. 185—207.

²⁴⁾ Vielleicht hat auch Lionardo — wie schon ARISTOTELES (Historia animalium, 6. Buch, 3. Kapitel) — bei der Untersuchung bebrüteter Hühnereier das ‚Punctum saliens‘ gesehen; er betont aber immer wieder, dass das Herz des menschlichen Embryos nicht schlage (vgl. S. 107).

²⁵⁾ Vgl. B. BLOCH, S. 251, 266, 279 (Anm.), ferner S. 248, 249, 263 ff., 278 (Anm. 3).

²⁶⁾ Über Lungen und Herz vgl. S. 107.

²⁷⁾ Ich hoffe, dass mir keine wesentlichen embryologischen Äusserungen Lionardo's, die unser Urteil beeinflussen könnten, entgangen sind.

²⁸⁾ Dass man mit menschlicher Embryologie allein nicht zum Ziel gelangen kann, zeigt nicht nur das Beispiel des REALDO COLOMBO (gest. 1559), der — im Anschluss an seinen Lehrer VESAL — eine nun auch nur auf Beobachtungen am Menschen beruhende Embryologie schaffen wollte, sondern auch noch unser heutiger embryologischer Unterricht.

²⁹⁾ Dieser Vorwurf kann M. ROTH (1907) nicht ganz erspart bleiben.

³⁰⁾ Diese Publikation, die sich mit dem gleichen Thema befasst wie unsere Arbeit, war mir leider nicht zugänglich.

Literaturverzeichnis

ARISTOTELES: Biologische Schriften. Hg. v. Hch. Balss. 1943.

ASCHOFF, L. und P. DIEPGEN: Kurze Übersichtstabelle zur Gesch. d. Medizin. 1940.

BLOCH, B.: Die geschichtl. Grundlagen d. Embryologie bis auf Harvey. Nova Acta Acad. Naturae curiosorum 82, 217—334, 1904.

BUCHER, O.: Lionardo da Vinci als Anatom. Schweiz. Med. Wschr. 1942, 1130—1133.

CHOUANT, L.: Geschichte d. anatomischen Abbildung. 1852.

CORNING, H. K.: Lehrb. d. Entwicklungsgeschichte d. Menschen. 1921.

FAVARO, G.: Per la storia dell'embriologia. 1907.

FASBENDER, H.: Entwicklungslehre, Geburtshilfe u. Gynäkologie in den hippokratischen Schriften. 1897.

GALENUS, Cl.: Opera omnia, hg. v. C. G. Kühn. 1822.

HAESER, H.: Lehrb. d. Geschichte d. Medizin. Bd. I u. II, 1875 bzw. 1881.

HERTWIG, O.: Handb. d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre d. Menschen. Bd. I/2, 1902.

HERZFELD, M.: Leonardo da Vinci, der Denker, Forscher und Poet. 1911.

HIPPOKRATES: Sämtl. Werke, hg. v. R. Fuchs. Bd. I, 1895.

HOLL, M.: Die Anatomie d. Leonardo da Vinci. Arch. f. Anat. 1905, 177—261

— Untersuchungen über den Inhalt der Abhandlung Roths: Die Anatomie des Leonardo da Vinci. Arch. f. Anat. 1910, 115—190 u. 319—360.

— Leonardo da Vinci. Quaderni d'Anatomia I—VI. Arch. f. Anat. 1911, 65—100; 1913, 224—294; 1914, 37—68; 1915, 1—40; 1917, 103—146.

HYRTL, J.: Das Arabische und Hebräische in d. Anatomie. 1879.

KEIBEL, F. und P. MALL: Handb. d. Entwicklungsgeschichte d. Menschen. Bd. I, 1910.

LEONARDO DA VINCI: I manoscritti della R. Biblioteca di Windsor. Pubblicate da T. SABACHNIKOFF, trascritti ed annotati da G. PIUMATI. Fogli A (1898) u. Fogli B (1901).

- Quaderni d'Anatomia. Veröffentlicht von O. VANGENSTEN, A. FONAHN und H. HOPSTOCK, mit englischer und deutscher Übersetzung. Bd. I—VI, 1911/16
- Tagebücher und Aufzeichnungen, hg. v. TH. LÜCKE. 1940.
- MC MURRICH, J. P.: Leonardo da Vinci the Anatomist. 1930.
- MEYER-STEINEGG und SUDHOFF: Geschichte d. Medizin. 1928.
- NEUBURGER, M. und J. PAGEL: Handb. d. Geschichte d. Medizin. Bd. I u. II, 1902/3.
- NICODEMI, G.: Leonardo da Vinci. Gemälde, Zeichnungen, Studien. 1939.
- ROTH, M.: Andreas Vesalius Bruxellensis. 1892.
- Die Anatomie des Leonardo da Vinci. Arch. f. Anat. 1907, Suppl. Bd. 1—122.
- V. SEIDLITZ, W.: Leonardo da Vinci. Quaderni d'Anatomia III. Deutsche Literaturzeitung 1913, Nr. 50. 3178.
- SOLMI, E.: Leonardo da Vinci come precursore della embriologia. Memorie R. Accad. Scienze Torino (Cl. sc. mor. st. e fil.) Ser II, 49, 33—68, 1909. ⁸⁰⁾.
- STOECKEL, W.: Lehrbuch d. Geburtshilfe. 1935.
- SUDHOFF, K.: Kindslagen in Miniaturen, Schnitten u. Stichen vom 12. bis 18. Jahrhundert. Stud. z. Gesch. d. Med. Heft 1, 67—75, 1907.
- Neue Handschriftenbilder von Kindslagen und der Situs einer Schwangeren vom Jahre 1485. Arch. Gesch. d. Med. 1, 310—315, 1908.
- V. TÖPLY, R.: Geschichte d. Anatomie. Handb. d. Gesch. d. Med. Bd. II.
- VASARI, G.: Leben der ausgezeichnetsten Maler, Bildhauer u. Baumeister, deutsch von Schorn und Förster, Bd. 3, 1843.
- VESALIUS, ANDREAS: De humani corporis fabrica libri septem. 1543 (1. Auflage) und 1555 (2. Auflage).

Bericht über Versuche mit der Wünschelrute

Von

FRITZ GASSMANN (Zürich)

(Mitteilung Nr. 3 aus dem Institut für Geophysik der Eidg. Techn. Hochschule)

§ 1. Zweck der Versuche: Die Wünschelrute wird vom Ruten­gänger unter anderem als Mittel zur Aufsuchung von im Boden vergrabenen Gegenständen und von unterirdischen Wasserläufen, ferner zur Erforschung der geologischen Verhältnisse des Untergrundes, sowie zur Erkennung von «Erdstrahlen», die als biologisch wirksam angesprochen werden, verwendet. Zur Orientierung über alle mit der Wünschelrute zusammenhängenden Fragen und über die einschlägige Literatur sei verwiesen auf das «Handbuch der Wünschelrute» von C. VON KLINCKOWSTROEM und R. VON MALTZAHN, Verlag R. Oldenbourg, München 1931 und auf die «Zeitschrift für Wünschelruten-Forschung», Herold-Verlag Dr. Franz Wetzel, München-Solln.

Der Geophysiker befasst sich — allerdings mit andern Hilfsmitteln — ebenfalls mit der Erforschung des Untergrundes. Er kommt daher mit dem