ZUR

ENTWICKELUNG DES VENENSYSTEMS

BEI DEM

MEERSCHWEINCHEN.

VON

DR. J. ZUMSTEIN,

II. PROSEKTOR AN DER ANATOMIE MARBURG.

Mit 19 Figuren auf Tafel XXI/XXX.

Im Anschlusse an meine Untersuchungen „Zur Anatomie und Entwicklung des Venensystems des Menschen“ habe ich auch bei Tieren die Entstehung des Venensystems verfolgt, speziell beim Meerschweinchen.

Es kommen bei diesem Tiere verhältnismässig häufig Abweichungen von dem gewöhnlichen Venenverhalten vor, viel häufiger, als bei dem Menschen. So habe ich bei 20 untersuchten erwachsenen Meerschweinchen dreimal eine sogenannte Verdoppelung der unteren Hohlvene gefunden, ferner eine links von der Aorta gelegene Hohlvene und zwei Fälle, in denen sich die Vena femoralis sinistra ungefähr in der Mitte zwischen der Einmündungsstelle der Renalvenen und der Venae iliacae mit der Cava inferior vereinigte. —

Die untere Hohlvene des Meerschweinchens setzt sich ähnlich wie bei dem Menschen aus den Venae iliacae communes zusammen und diese letzteren entstehen aus den Venae femorales und hypogastricae. Nicht selten trifft man aber Abweichungen von diesem Zusammenfluss der Venen. Die Vena hypogastrica dextra mündet häufig in die Vena iliaca communis sinistra oder in die Vena sacralis media. Auch die Vena hypogastrica sinistra kann ab und zu nach rechts in die Vena iliaca communis dextra einmünden. Es existieren zudem häufig Verbindungen unter den Venen des kleinen Beckens; so kann die Vena hypogastrica dextra theils in die Iliaca communis dextra, theils in die Vena iliaca communis sinistra sich ergiessen.

In die Cava münden unregelmässig kleinere Lumbalvenen, dann gewöhnlich vor der rechten Nierenvene die Vena spermatica interna dextra. Die Vena spermatica interna sinistra geht regelmässig in die Vena renalis sinistra. Mit dieser vereinigt sich auch die Vena suprarenalis sinistra, während die Vena suprarenalis dextra direkt in die Cava inferior sich ergiesst.

Die obere Hohlvene setzt sich wie beim Menschen zusammen. In dieselbe mündet die Vena azygos, welche in den rechtsseitigen Spatia costotransversaria verläuft. Die Vena hemiazygos liegt in den Spatia costotransversaria der linken Seite und mündet direkt in den rechten Vorhof; sie geht dabei über den linken Pedunculus pulmonum.

Wie oben angegeben, habe ich dreimal eine Verdoppelung der Cava inferior des Meerschweinchens gefunden. Figur 1 stellt einen solchen Fall dar. Die Vena sacralis media mündet in die rechte Vena iliaca communis. Vor der Arteria sacralis media unterhalb der Teilungsstelle der Aorta verbinden sich wie gewöhnlich die beiden Venae iliacae communes. Von der linken Vena iliaca communis geht aber eine Vene nach oben hinter (dorsal) der Arteria iliaca communis hindurch. In der Nierengegend biegt sie etwas nach links ab und vereinigt sich mit der Vena spermatica interna sinistra. In die vereinigten Venen fliesst die Vena renalis sinistra, dann geht der Stamm vor der Aorta hindurch nach rechts, um sich mit der rechts von der Aorta verlaufenden Vene, der eigentlichen Cava inferior zu vereinigen. Diese nimmt kurz vorher die Vena spermatica dextra auf, und gegenüber der von links kommenden Vene die Vena renalis dextra, geht dann zur Leber und wie gewöhnlich zum rechten Vorhof.

Bei einem anderen Tiere (Figur 2) geht die rechte Vena hypogastrica nach links mit der Vena sacralis media zur Vena iliaca communis sinistra. Diese verbindet sich aber nicht mit der rechten, sondern geht unter der Arteria iliaca communis

sinistra hindurch nach oben, links neben der Aorta gelegen, nimmt weiter vorn die Vena renalis sinistra auf. Rechts von der Aorta verläuft der eigentlichen Cava inferior entsprechend das Blut der Vena femoralis dextra. Mit dieser vereinigt sich die Vena renalis dextra. Gleich nachher treten die beiden links und rechts von der Aorta verlaufenden Venen zusammen, ventral vor der Aorta. In die vordere Wand der Vereinigungsstelle münden die beiden Venae spermaticae internae. —

Der dritte Fall von Verdoppelung der Vena cava inferior verhält sich ziemlich gleich, wie dieser letztbeschriebene, sodass eine Wiedergabe der Skizze überflüssig ist. —

Der Fall von linksseitiger Cava inferior (Fig. 3) stammt von einem älteren, männlichen Tiere. Die übrigen untersuchten erwachsenen Tiere sind sämtlich Weibchen, von denen ich teilweise die Embryonen zu nachfolgender Untersuchung gewonnen habe. Die Vena iliaca communis dextra, die sich wie gewöhnlich aus der Vena femoralis und hypogastrica dextra zusammensetzt, geht nach links hinüber unter der Arteria iliaca communis sinistra durch und vereinigt sich hier mit der Vena iliaca communis sinistra zu einer links von der Aorta verlaufenden Cava inferior. Diese nimmt weiter vorn die Vena spermatica interna sinistra auf und dann die Vena renalis sinistra, mit welcher sich einige Lumbalvenen vereinigen. Dann geht die Cava vor der Aorta durch nach rechts, nimmt die Vena spermatica interna dextra auf und nachher die Vena renalis dextra. Der weitere Verlauf entspricht dem der gewöhnlichen Cava inferior.

Auch im Gebiete der oberen Hohlvene kamen bei diesem Tiere Abweichungen vor. Die Vena anonyma sinistra vereinigte sich nicht mit der Dextra, sondern ging direkt nach unten zum Herzen, indem sie noch die Vena hemiazygos aufnahm.

Zwei andere Fälle, Fig. 4 stellt einen derselben dar, zeigen eine hohe ungewöhnliche Vereinigung der Vena femoralis sinistra

mit der Cava inferior. Es gehen dabei die Venen der linken Kleinbecken-Hälfte nach rechts hinüber, vereinigen sich mit der Vena sacralis media, ebenso wie auch die Vena hypogastrica dextra sich mit ihr vereinigt; dann verbinden sie sich mit der Vena femoralis dextra zur Cava inferior. Die Vena femoralis sinistra steigt links neben der Aorta hinauf und geht erst 2 cm bei dem einen, 3 cm bei dem anderen Tiere, über der Teilungsstelle der Aorta in die Vena cava inferior. Sie läuft dabei ventral vor der Aorta nach rechts hinüber.

Bei dem zweiten hier nicht wiedergegebenen Falle geht von der Vereinigungsstelle der Vena femoralis sinistra mit der Cava inferior ein kleiner Venenast ab nach vorn zur linken Nierenvene. Die Vena spermat. int. sin. geht in die linke Nierenvene, die Vena spermat. int. dextra mündet in den Vereinigungswinkel zwischen Vena cava und Vena renalis dextra.

Die folgende Untersuchung über die Entwicklung der Venen des Meerschweinchens sind an einer Reihe von 40 Embryonen angestellt.

Die ersten Anfänge der Cava inferior fand ich bei Embryonen von Tieren, die 19 Tage nach dem Wurf getötet wurden; das älteste Stadium meiner Untersuchung stammt von einem Embryo, der 31 Tage nach dem Wurf dem Muttertiere entnommen wurde. Es ist bekanntlich erlaubt, bei dem Meerschweinchen die Trächtigkeitsdauer von dem Tage des letzten Wurfes an zu rechnen.

Die Embryonen wurden meistens in Pikrin-Sublimat, einige auch in Formolalkohol, oder in Formol-Müllerscher Flüssigkeit fixiert. Ich färbte die ganzen Embryonen in alkoholischem Borax-Carmin. Dem Alkohol, der zum Entwässern der gefärbten Embryonen diente, setzte ich gewöhnlich etwas Pikrinsäure zu. Dadurch erzielte ich eine sehr schöne goldgelbe Färbung der roten Blutkörperchen, sodass die Gefäße teilweise sehr leicht zu verfolgen

waren. Einige Embryonen färbte ich auch mit Cochenille-Alaun. Die Resultate dieser Färbung waren ebenfalls ganz befriedigend. Die durchgefärbten Embryonen zerlegte ich nach Einschmelzung in Paraffin in Querschnittserien von 15—20 Mikromillimetern. Dünnere Schnitte anzufertigen ist gerade für vorliegende Untersuchung nicht ratsam.

Zur Gewinnung eines klaren Einblickes in das komplizierte Verhalten der Venen fertigte ich Rekonstruktionsbilder in derselben Weise an, wie ich es an dem menschlichen Materiale meiner früheren Untersuchung ausführte. Die bei gleichbleibender Vergrößerung entworfenen Originalbilder sind in den beigegebenen Figuren so verändert, dass die jüngeren Embryonen etwas vergrößert, die älteren etwas verkleinert dargestellt sind.

Ich habe aus der Gesamtzahl der untersuchten Embryonen 15 herausgesucht, an welchen man hinreichend den Entwicklungsgang der Venen, speziell der Cava inferior, verfolgen kann, von diesen liegen die Rekonstruktionen in Fig. 5—19 vor. Ich werde dieselben der Reihe nach, — mit dem jüngsten anfangend — etwas genauer beschreiben und füge zur Orientierung über das Alter der Embryonen einige Angaben über den gleichzeitigen Entwicklungsgrad anderer Organe bei.

I. Embryo, 18—19 Tage alt, Fig. 5.

Die Extremitäten sind deutlich gebildet, aber noch nicht differenziert. Die sekundäre Augenblase zeigt sehr schön die Augenspalte mit einem hereinwachsenden Gefäss. Die Bronchen sind mehrfach verzweigt. Pankreas und Milzanlage deutlich. Das distale Ende der Nierenanlage hat sich noch nicht vom Wolffschen Gange getrennt. Der kurze Ureter zeigt an seinem obersten Ende noch keine Verzweigungen; er ist nur etwas erweitert. Es besteht noch die Kloake. Die Aorta besitzt noch beide Bogen in ungefähr gleicher Stärke.

Die rechte Nabelvene ist fast ganz verschwunden, die linke giebt noch einige Äste in die Bauchwand ab, bevor sie an die Leber herantritt (Fig. 5 U). Hier in der Leber vereinigt sie sich mit der Vena portarum. Am dorsalen Leberrande tritt ein Gefässlumen (Ci) etwas deutlicher und selbstständiger hervor. In dasselbe münden ausser Lebergefässen noch einige kleinere kapilläre Gefässe, die aus dem Mesoderm dorsal von der Leber her kommen. Dieses Gefässstämmchen vereinigt sich bald mit der Vena umbilicalis und Vena portarum; dann münden sie zusammen in den Sinus venosus. Der linke Leberlappen entsendet ein selbstständiges Gefäss zum Sinus venosus, wie solches auf Fig. 5 X links neben der Aorta angedeutet ist. Dieses Gefäss habe ich bei keinem anderen Embryo wieder gefunden, weder bei gleich alten noch bei älteren Stadien. Die Kardinalvenen (Cd, Cs) verlaufen zu beiden Seiten der Aorta von hinten nach vorn zu den entsprechenden Jugularvenen (Ju), mit welchen sie die Ductus Cuvieri bilden. Beide sind noch sehr stark und gleichmässig entwickelt, ihr Kaliber nimmt nach vorn hin stetig zu. Zu den Lebergefässen besitzen sie noch keine deutlichen Beziehungen. Ebenso sind auch noch keine grösseren Verbindungen zwischen den Gefässen beider Seiten vorhanden, wie dies Fig. 5 zeigt.

Als Beginn der Bildung der Cava inferior muss man wohl jenes Gefäss am dorsalen Leberrande ansprechen, welches noch einige Zuflüsse aus dem Mesoderm hinter der Leber bezieht. Es würde dies einigermassen der Fig. 8, Tafel 32, menschlicher Embryo von 14 mm, meiner früheren Untersuchung entsprechen; nur haben sich dort die Kardinalvenen schon teilweise zurückgebildet.

II. Embryo, Fig. 6, ca. 21 Tage alt.

Die Entwicklung der Organe steht teilweise hinter der des vorigen Embryo zurück. So zeigen die beiden Hauptbronchen

der Lunge erst einen Seitenast. Es besteht auch hier noch die Kloake. Der Ureter ist nicht weiter entwickelt, als bei Nr. I. Die Nebennieren sind noch nicht vorhanden. Die beiden Aortenbogen sind auch hier noch ziemlich gleich. Die *Art. sacralis media* ist stellenweise doppelt (in Fig. 6 nicht dargestellt).

Die Nabelvene (U) ist einfach, giebt aber auch noch kleine Äste in die Leibeswand ab. Die Pfortader löst sich in der Leber auf, ohne direkte Beziehung zur Nabelvene zu erreichen. Auch hier besteht wieder am dorsalen Leberrande ein selbstständiges Gefäßlumen, das sich kopfwärts mit der Umbilikalvene vereinigt, als beginnende *Cava inferior* (Ci). Die beiden Kardinalvenen sind hinter der Leber etwas verengert, wie dies in Fig. 6 bei Cd, Cs wiedergegeben ist. Die linke Kardinalvene zeigt kopfwärts von dem Abgange der Umbilikalarterien (Au) einen kleineren Seitenast, der sich durch 15 Schnitte ventral vor die Aorta verfolgen lässt. Von der rechten Kardinalvene lassen sich deutliche kapilläre Gefäßlumina in die Leber hinein verfolgen, Fig. 6 XX. Sie zweigen sich von der *Cardinalis* ab zur Seite des Abganges der *Art. mesent. sup.* aus der Aorta. Eine Verbindung der rechten Kardinalvene zur Leber lässt sich hier mit Sicherheit konstatieren.

III. Embryo, Fig. 7, 20—21 Tage alt.

Der Entwicklungszustand ist nicht viel verändert gegenüber dem vorausgehenden Embryo. Die Urniere zeigt die Keimwülste etwas deutlicher. Die Nebenniere beginnt sich zu entwickeln. Die Nierenanlage wie vorher.

Von den Kardinalvenen ist die rechte dorsal von der Leber ziemlich stark verengt. Vor ihr kann man in der Gegend der Abzweigung der *Art. mesent. sup.* in etwa 20 Schnitten ein deutliches Gefäßlumen wahrnehmen (Fig. 7 XX), das mit der rechten Kardinalvene kaudalwärts in Verbindung steht, anderer-

seits aber sich mit den Lebergefässen verbindet. Das Gefäss ist stellenweise ziemlich gross, an anderen Stellen löst es sich in Kapillaren auf, die dann wieder zu einem grösseren Stamme sich vereinigen. Auch hier tritt wieder am dorsalen Leberrande ein deutlicheres Gefässlumen auf (Ci, Fig. 7), das nach vorn mit der Vena portarum und Vena umbilicalis zusammentritt.

Es ist von besonderer Wichtigkeit für das Verständnis der Venenentwicklung, wie sie in den folgenden Figuren dargestellt ist, dass sich jetzt eine unmittelbare Beziehung der wachsenden Cava inferior im Gebiete der Leber zu der Vena cardinalis dextra bei XX einleitet.

Die Venae advehentes hepatis sind im allgemeinen in den Figuren nicht weiter dargestellt, um die Übersicht nicht zu trüben.

IV. Embryo, Fig. 8, ebenfalls ca. 21 Tage alt.

Die Nierenanlage ist weiter gediehen, der Ureter zeigt an seinem vorderen Ende mehrere Verzweigungen und ist schon weiter nach oben entwickelt. Das Kopfende der Nierenanlage überragt bereits kranialwärts die Arteria umbilicalis. Der rechte Aortenbogen ist etwas kleiner geworden.

Vor der Nierenanlage sind die beiden Kardinalvenen doppelt, der kleinere dorsalgelegene Ast hält sich direkt an die Aorta, der stärkere ventrale steht in Verbindung mit der Urniere, ist die eigentliche Urnierenvene. Die Nierenanlage liegt lateral davon. Kaudalwärts von der Art. mesent. sup. treten mehrere kleinere Venen ventral vor der Aorta auf, sie ergiessen sich teils in die linke, teils in die rechte Kardinalvene, teils gehen sie aber über in jene Vene, welche ventral vor der rechten Kardinalvene gelegen ist und sich etwa 8—10 Schnitte kaudal von der Art. mes. sup. mehrfach mit der rechten Kardinalvene verbindet (Fig. 8, XX). Sie hat im Durchschnitt etwa den 4. Teil des Lumens der rechten Cardinalis. Sie geht nach oben in die

Leber hinein, wo sie sich in den Lebergefäßen auflöst. Symmetrisch zu ihr liegt auch links eine kleine Vene (Fig. 8 Sr) im Gewebe der sich bildenden Nebenniere; deren weitere Beziehungen sind aber noch nicht mit Sicherheit festzustellen. Die beiden Kardinalvenen lassen sich nach vorn hin an die entsprechenden Jugularvenen heran verfolgen.

Es hat sich also bei diesem Embryo schon ein deutlicher Stamm herausgebildet zwischen Leber und rechter Kardinalvene. Das Gefäß (Ci) am dorsalen Leberrande tritt hier nicht so stark hervor wie bei früheren Embryonen. Zu betonen ist als Fortschritt gegenüber dem vorausgehenden Embryo, dass sich eine Verbindung der *Cardinalis sinistra* zur *dextra* einleitet.

V. Embryo, Fig. 9, ca. 23 Tage alt.

Distales Ende des Ureters und Wolffscher Gang sind noch mit einander verbunden, sie treffen sich gerade bei der Einmündung in den Sinus urogenitalis. Der rechte Aortenbogen ist bedeutend kleiner geworden als der linke. Die Kardinalvenen sind in ihrem vorderen Ende ebenfalls bedeutend verengert. Am hinteren Ende derselben treten Verdoppelungen auf, Veneninseln. Die neben der Aorta gelegenen Venen sind die kleineren, die ventral von der Aorta gelegenen sind stärker. Diese letzteren nehmen das Blut aus den Urnieren auf. In der Höhe der Arteria mesent. sup. zweigen sich von der rechten Vena cardinalis Äste ab, die an der deutlicher hervortretenden Nebenniere vorbei zur Leber ziehen. Hier hat sich das am dorsalen Leberrande gelegene Gefäßlumen (Ci) bis an den unteren Rand der Leber abgegrenzt, und nimmt eben diese Verbindungen aus der rechten Kardinalvene auf. Der Leberteil der Cava inferior hat sich damit abgegrenzt. Am Kopfende der Kardinalvenen treten neue Venen auf, die dorsal zu ihnen liegen, neben

den Wirbelkörpern. Sie vereinigen sich mit den Cardinales vor deren Einmündung in den Duct. Cuvieri. Es sind offenbar die späteren Venae azygos und hemiazygos (A und H).

Es lässt sich bei diesem Embryo mit vollerer Deutlichkeit als bisher der obere Abschnitt der Cava inferior durchverfolgen vom Sinus venosus aus durch die Leber zur rechten Cardinalis. Zugleich bilden sich die vorderen Enden der Kardinalvenen zurück.

VI. Embryo, Fig. 10, ca. 23 Tage alt.

Darmkanal und Urogenitaltraktus sind von einander getrennt. Wolffischer Gang und Harnleiter münden neben einander in den Sinus urogenitalis. Der rechte Aortenbogen ist sehr klein geworden.

Die Kardinalvenen sind in ihrem Kopfbende noch mehr verengt, namentlich die linke. Kranial von den Arteriae iliacae zeigen sie mehrfache Inselbildungen, wie in Fig. 10 wiedergegeben bei Cs und Cd. Doch haben die Nieren keine Beziehungen zu ihnen, sie liegen schon lateral von ihnen und haben gerade die Art. iliaca kopfwärts überschritten.

In den Nebennierenanlagen treten auch links deutliche Venen, (Sr) hervor, doch ist deren Verlauf nicht mit Sicherheit zu verfolgen. Die rechte Nebennierenvene verbindet sich nach unten mit der rechten Cardinalis nach oben mit dem Gefäße am dorsalen Leberrande (Ci).

Die Verbindung der Vena cardinalis dextra zu den Lebergefäßen tritt immer deutlicher hervor, während der Abfluss nach vorn in die Ductus Cuvieri sich zurückbildet. Die Verbindungen beider Kardinalvenen untereinander sind weniger klar, als in Fig. 8.

VII. Embryo, Fig. 11, 23 Tage alt.

Die Niere ist weiter entwickelt als bei Nr. VI, der rechte Aortenbogen hat sich aber noch nicht in gleichem Masse zurückgebildet.

Die Kardinalvenen zeigen bedeutende Veränderungen. Sie vereinigen sich kaudal von der Teilungsstelle der Aorta vor der Arteria sacralis media (As). Kopfwärts von dieser Verbindung ist die linke Cardinalis (Cs) klein, zeigt mehrfache Inselbildungen, wird dann in der Gegend der Art. mesent. sup. (Am) wieder stärker. Sie steht in Verbindung mit den vor der Aorta unterhalb der Art. mes. sup. auftretenden Venen. Kopfwärts lässt sie sich bis in den Ductus Cuvieri sinister verfolgen. Dorsal von ihr sieht man im vorderen Abschnitt wieder Venen neben den Wirbelkörpern gelegen, auftreten, die sich kurz vor dem Ductus Cuvieri mit der Cardinalis verbinden (H).

Die rechte Kardinalvene ist in ihrem kaudalen Abschnitte bedeutend stärker als die linke. Kopfwärts von der Verbindung mit der linken ist sie geteilt in einen kleineren an die Aorta sich haltenden Ast, und in einen stärkeren ventralen, welcher mit der Urniere in Verbindung steht. Nach vorn vereinigen sich die beiden Äste wieder miteinander. Neben der Art. mes. sup. verbindet sich die rechte Cardinalis durch starke Anastomose mit der ventral vor ihr gelegenen Vene, der Cava inferior (Ci) die zur Leber hinaufzieht. Der kranial von dieser Verbindung gelegene Teil der Cardinalis wird sehr klein, ist im Bereiche der Lungen fast ganz verschwunden, nur das vorderste Ende tritt noch etwas deutlicher hervor, dieses nimmt die Vena azygos (A) auf und führt sie zum rechten Ductus Cuvieri. Unterhalb der Art. mesent. sup. treten ventral vor der Aorta zahlreiche Venenlumina auf, welche teils mit der linken Kardinalvene in Verbindung stehen, teils mit dem unteren Ende der Cava inferior, wie auf Fig. 11 ersichtlich.

Die Cava inferior wird also immer deutlicher. Zwischen den beiden Kardinalvenen entstehen Verbindungen, hinten bei der Teilungsstelle der Aorta und weiter vorn, kaudal von der Art. mes. sup. Diese letztere Verbindung leitet das Blut der linken Cardinalis zur Cava inferior (Ci). Zugleich wird die Spaltung in dem distalen Teile der Kardinalvenen deutlicher, indem sich vorn die Urnierenvene abtrennt, die dann später zur SpermatICA int. wird.

VIII. Embryo, Fig. 12, 23—24 Tage alt.

Pleura- und Peritonealhöhle sind noch nicht vollständig von einander abgetrennt. Die Nebennieren haben sich zu deutlichen Organen abgegrenzt. An der Urniere tritt die Keimdrüse stark hervor. Die Müllerschen Gänge sind noch nicht vorhanden. Die Nieren sind über die Arteriae iliacae communes hinaufgerückt. Das Nierenbecken zeigt mehrfache Ausstülpungen. Die Ureteren vereinigen sich früher, mehr kopfwärts, mit dem Sinus urogenitalis als die Wolffschen Gänge. Der rechte Aortenbogen ist in seinem unteren Stücke verschwunden. Aus dem Ductus Botalli geht die einfache Pulmonalarterie hervor, die sich erst gegen die Lungen hin in rechten und linken Ast spaltet.

Die beiden Kardinalvenen sind in ihren vorderen Abschnitten sehr stark zurückgebildet, lassen sich aber noch fast ganz durchverfolgen. Im kleinen Becken zur Seite der Art. sacralis media scheint die linke Cardinalis stellenweise zu fehlen. An der Teilungsstelle der Aorta besteht keine Verbindung zwischen den beiden. Die linke Cardinalis setzt sich kopfwärts fort gleich stark wie die rechte; zugleich werden beide mehrfach. Man sieht zu beiden Seiten der Aorta dorsoventral drei Venenlumina übereinanderliegen. Sie sind in der Zeichnung, Fig. 12, neben einander dargestellt. Alle drei stehen vorn und hinten mit

einander in Verbindung, die am meisten ventral gelegene ist die Urnierenvene.

Etwa 20 Schnitte kaudal von der Art. mesent. sup. tritt ventral vor der Aorta eine stärkere Vene auf, welche zuerst mit der linken Cardinalis, weiter vorn auch mit der rechten sich verbindet. An der Vereinigungsstelle mit der rechten Kardinalvene setzt sich auch die Cava inferior an (Ci). Diese erstreckt sich als mächtiges Gefäß zur Leber, indem sie ventral vor der Aorta liegt. Die rechte Cardinalis setzt sich zur Seite der Aorta gelegen nach oben zu fort als Urnierenvene. Symmetrisch zur Cava inferior sehen wir auch links von der Aorta in ca. 15 Schnitten eine Vene in der linken Nebenniere auftreten, Sr, welche kaudalwärts sich mit der vor der Aorta von links nach rechts hinüberziehenden Vene verbindet.

Die Kopfen der Kardinalvenen sind sehr eng, die Wandung aber eigentümlich dick, namentlich im Bereiche der Pleurahöhlen. Dorsal von ihnen treten stärkere Venen auf, die das Blut aus der Körperwand und vom Medullarrohre aufnehmen, die spätere Azygos und Hemiazygos (A und H). Die rechte vereinigt sich mit dem vordersten Ende der rechten Cardinalis, die linke ergießt sich in den Ductus Cuvieri (DC) unabhängig von der linken Cardinalis.

Die Verbindung kaudal von der Art. mes. sup. zwischen den beiden Cardinales wird sehr stark. Dadurch kann sich der vordere Teil der linken Kardinalvene zurückbilden. In das Verbindungsstück ergießt sich die Nebennierenvene (Sr), deren Verbleib bis dahin nicht sicher festzustellen war. Der hintere Teil der rechten Kardinalvene wird immer mehr zur Cava inferior (Ci), ihr vorderer Teil verliert deshalb auch immer mehr an Bedeutung. Dafür treten die Azygos (A) und Hemiazygos (H) deutlicher hervor. Die Verbindung hinten bei der Teilung der Aorta hat sich bei diesem Embryo aber noch nicht gebildet.

IX. Embryo, Fig. 13, 24 Tage alt.

Die Nieren stehen bei diesem Embryo noch etwas tiefer als beim vorausgehenden. Wolffscher Gang und Ureter münden neben einander aus. Darm und Sinus urogenitalis sind noch nicht getrennt. Die Nebennieren sind weniger deutlich; das Venensystem ist jedoch in der Entwicklung weiter, als bei dem vorigen Embryo.

Vor der Arteria sacralis media, As, liegt eine Vene, welche sich 10 Schnitte kaudal von der Teilung der Aorta in die beiden Kardinalvenen trennt. Linke und rechte Kardinalvene werden in der Gegend des Abganges der Art. mes. sup. sehr klein. Die Urnierenvenen, ventral vor ihnen gelegen, verbinden sich kaudal- und kranialwärts mit ihnen. Die Fortsetzung der rechten Urnierenvene führt zur Cava inferior, in der Fortsetzung der linken kommen wir zur Vena suprarenalis sin. (Sr). Zwischen den Venen der linken und der rechten Seite besteht eine schief über die Aorta gehende starke Anastomose, welche auch die linke Suprarenalvene aufnimmt. Diese Anastomose liegt kaudal von der Art. mes. sup. Kopfwärts von dieser Querverbindung verschwinden die Kardinalvenen bald oder sind nicht mehr mit Sicherheit festzustellen. Kranialwärts erscheinen sie in doppelter Zahl, indem die dorsale Vene die Azygos (A), resp. Hemiazygos (H) darstellt, während die ventral gelegene das vordere rudimentäre Überbleibsel der Cardinalis ist und später in noch höherem Grade sich zurückbildet.

Es ist hier hervorzuheben, dass unter weiterer Rückbildung der Vv. cardinales die von denselben sich trennenden Urnierenvenen an Selbstständigkeit gewinnen.

X. Embryo, Fig. 14, 24—25 Tage alt.

Die Nieren sind vollständig aus dem kleinen Becken heraufgestiegen, haben die Art. iliacae überschritten.

Die Vena sacralis media ist in ihrem Anfangsteile einfach und vor der Arterie gelegen. In wenigen Schnitten tritt vorn auch eine zweite auf, die sich aber bald mit der andern vereinigt. In die Vereinigungsstelle vor der Art. sacralis media ergiessen sich auch die Venae iliacae (Jc). Aus der Vereinigungsstelle gehen links und rechts die beiden Kardinalvenen hervor, die rechte ist einfach (Cd), die linke inselförmig in zwei gespalten (Cs).

Kopfwärts schliessen sich an die Nieren die Urnieren mit deutlicher Keimdrüse an. Aus ihnen kommt je eine Urnierenvene (Sp). Die linke Urnierenvene ist an ihrem kaudalen Ende mit der Kardinalvene noch in Verbindung. Unterhalb der Art. mesent. sup. verbinden sich die beiden Kardinalvenen mit einander, und rechts geht aus der Verbindung die Cava inferior hin zur Leber. Auf der linken Seite geht eine Fortsetzung der Cardinalis zur linken Nebenniere (Sr). Die beiden Cardinales lassen sich von dieser Verbindung aus noch durch etwa 20 Schnitte zu beiden Seiten der Aorta nach vorn verfolgen, dann scheinen sie ganz verschwunden zu sein.

Es sind bei diesem Embryo die Urnierenvenen noch selbstständiger geworden. Die rechte hat sich an ihrem hinteren Ende ganz von der Cardinalis losgelöst, währenddem die linke noch mit ihr in Verbindung steht. Ich habe sie mit Sp bezeichnet, weil, wie aus den folgenden Zeichnungen sich ergibt, die Venae spermaticae internae aus ihnen hervorgehen.

XI. Embryo, Fig. 15, gleich alt wie X.

Die Nierenvenen werden sichtbar. Die Müllerschen Gänge sind eben in Entwicklung.

Zu beiden Seiten der Arteria sacralis media ziehen zwei Venen, die Kardinalvenen (Cd und Cs = S). Sie weisen einige kleine Verbindungen unter sich auf, doch nur in den tieferen

Abschnitten des kleinen Beckens. An der Teilungsstelle der Aorta existiert keine Verbindung. Die beiden Cardinales setzen sich unter den Arteriae iliacae communes (Ai), wie früher kopfwärts neben der Aorta fort. Im 16. Schnitte unterhalb der art. mesent. superior (Am) wenden sie sich ventralwärts vor die Aorta und vereinigen sich mit einander; in diese Vereinigung fließen von unten herkommend die Urnierenvenen, die späteren Venae spermat. int. (Sp).

Nach oben geht aus der Vereinigung hervor rechts die Vena cava inferior (Ci), links die Vena suprarenalis sinistra (Sr) und dorsal von diesen Venen zu beiden Seiten der Aorta treffen wir noch kurze Fortsetzungen der Venae cardinales, (L, Cd). In die grosse Venenvereinigung vor der Aorta münden noch kleinere Gefässe, welche in dem Gewebe vor der Aorta entstehen. Die Einmündung der Nierenvenen kann ich noch nicht mit Sicherheit feststellen. Kopfwärts treten zu beiden Seiten der Aorta wieder Venen auf, welche nach vorn mit den Jugularvenen sich vereinigen; es sind die Azygos und Hemiazygos (A und H).

Gegenüber früheren, aber auch im Vergleich zu folgenden Stadien ist bei diesem Embryo der oberhalb des Beckeneinganges liegende Teil der linken Kardinalvene sehr stark ausgebildet, offenbar infolge des Ausbleibens der Verbindung der Venen der linken und rechten Seite unterhalb der Teilungsstelle der Aorta. Es wäre nicht unmöglich, dass ein solcher Fall zu einer sogenannten Verdoppelung der unteren Hohlvene führte.

XII. Embryo, Fig. 16, 24–25 Tage alt.

Die Nieren haben ungefähr ihre spätere Stellung erreicht; die Nierenvenen sind deutlich zu verfolgen. Der Müllersche Gang zieht dem Wolffschen Gange entlang. Der Wolffsche Körper erscheint im Verhältnis zur Keimdrüse reduziert, die Keimdrüse liegt ventral vor der Niere.

Zu den Seiten der *Arteria sacralis media* verlaufen zwei Venen, welche sich gegen die Aorta hin breit miteinander vereinigen. In die Vereinigung münden die *Venae hypogastricae* und *iliacae* (Jc). Aus dieser Vereinigung lässt sich links ein kleiner Stamm kopfwärts verfolgen, der hinter der *Art. iliaca com. sin.* hindurch geht, bald aber verschwindet (Cs). Durch etwa 12 folgende Schnitte ist links neben der Aorta keine Vene festzustellen, dann aber tritt wieder ein kleines Lumen auf. Es sind dies offenbar die Reste der linken Kardinalvene. Rechts geht aus der Venenvereinigung hinten die rechte Kardinalvene, späterer unterer Teil der *Cava inferior*, hervor. Diese steigt zur Seite der Aorta nach vorn. Etwa 20 Schnitte vor der *Art. mes. sup.* nimmt sie die rechte Nierenvene (Rd) auf, wendet sich dann ventralwärts, indem sie sich mit den links von der Aorta gelegenen Venen verbindet. Die Aorta und das vor ihr gelegene Gewebe werden dadurch in einen weiten Venenbogen eingeschlossen. In diesen Venenbogen münden von links unten her die Überreste der linken Kardinalvene (Cs), die *Vena renalis sinistra* (Rs) und die *Vena spermatica interna sinistra* (Sp), ferner von links oben die *Vena suprarenalis sin.* (Sr), und einige linke Lumbalvenen (L[Cs]). Von rechts her treten hinzu die *Vena spermat. int. dext.* (Sp) und einige rechte Lumbalvenen (L). Diese Lumbalvenen erscheinen teilweise als eine direkte Fortsetzung der Kardinalvene (Cd). Die linke *Vena suprarenalis* ist ganz symmetrisch zur *Cava inferior* gelegen. Die kopfwärts zur Seite der Aorta auftretenden Venen sind die *Azygos* und *Hemiazygos* (in der Fig. nicht dargestellt).

Die *Hemiazygos* mündet direkt in den rechten Vorhof. Die Verbindung der beiden Jugularvenen hat sich inzwischen auch vollzogen. Es geht aber noch eine kleine Anastomose von der linken Jugularis zur *Hemiazygos*, resp. zum Herzen. *Azygos* und *Hemiazygos* liegen in den *Spatia costotransversaria*.

Das Venenverhalten nähert sich schon dem späteren Zu-

stande. Die linke Kardinalvene ist bis auf geringe Überreste verschwunden. Die Vena iliaca communis sin. verbindet sich mit der rechten und geht somit in die rechte Kardinalvene, welche zum unteren Teile der Cava inferior wird. Die Urnierenvenen sind zu den Spermaticae internae geworden. Die Queranastomose vor der Aorta kann wegen der kleinen linken Nierenvene noch nicht als Renalis sinistra bezeichnet werden.

XIII. Embryo, Fig. 17, 25 Tage alt.

Die linke Vena jugularis hat sich mit der rechten verbunden, hat aber ihre Beziehung zum Ductus Cuvieri noch nicht ganz aufgegeben. Von den Kardinalvenen hat sich die linke noch weiter zurückgebildet (Cs). Von der Verbindungsstelle vor der Arteria sacralis media unterhalb der Teilung der Aorta sehen wir zwar noch einen kleinen Fortsatz in etwa 10 Schnitten nach vorn gehen, hinter der Art. iliac. com. sin. hindurch und auch oben bei der Niere, unterhalb der Art. mesent. sup. tritt zur Seite der Aorta in etwa 10 Schnitten wieder ein Venenstück auf, das offenbar auf die linke Cardinalis zu beziehen ist. Mit diesem Stücke vereinigen sich die Vena sperm. int. sin. (Sp) die Vena renalis sin. (Rs) und die Vena suprarenalis sin. (Sr). Der Abfluss erfolgt in etwas schiefer Richtung vor der Aorta durch nach rechts in die Cava inferior, die hier rechts zuerst die Vena renalis dextra (Rd) und dann die Vena sperm. int. dext. (Sp) aufnimmt.

Gegenüber dem vorigen Embryo ist ein noch stärkeres Zurücktreten der linken Cardinalis zu konstatieren.

XIV. Embryo, Fig. 18, ca. 26 Tage alt.

Die Venae sacrales mediae (S) verbinden sich mehrfach miteinander. In einer mächtigen Verbindung fließen dieselben unterhalb der Teilung der Aorta untereinander und mit den

Venae iliacae zusammen. Auch bei diesem Embryo lässt sich links noch ein kleiner Überrest der Vena cardinalis sinistra (Cs) durch etwa 25 Schnitte aufwärts verfolgen. Die rechte Kardinalvene steigt rechts neben der Aorta als Cava inferior herauf in die Gegend der Art. mesent. sup. Hier wendet sie sich ventral vor die Aorta, um sich nach oben zur Leber fortzusetzen. Da, wo sie nach vorn abbiegt, nimmt sie von rechts her auf die Vena renalis dextra (Rd) und die Vena sperm. int. dextra (Sp), von links her die Vena suprarenalis sin. (Sr), die Vena sperm. int. sin. (Sp) und zwei Venae renales sinistrae (Rs). Ferner gelangt links in die Vereinigungsstelle dieser Venen noch Blut aus der Lumbalgegend durch einen Ast, der neben der Aorta eine Strecke weit verläuft und nach seiner Lage als ein Überrest der Vena cardinalis sin. aufgefasst werden muss. (L = Cs). Auch rechts münden einige Lumbalvenen ein, deren Stamm eine Zeitlang die Richtung und Lage der rechten Kardinalvene innehält (L = Cd).

Die Azygos mündet in die Cava superior, die fertig gebildet ist, die Hemiazygos fließt direkt in den rechten Vorhof, ohne Beziehungen mit der linken Jugularis einzugehen; diese Venen sind auf Fig. 18 nicht wiedergegeben.

XV. Embryo, Fig. 19, etwas über 30 Tage alt.

Die Extremitäten sind bis in die Zehen deutlich differenziert.

Die Vena sacralis media (S) ist teilweise einfach. Kopfwärts mündet sie in die grosse Venenvereinigung unterhalb der Teilung der Aorta, wo die Venae hypogastricae und femorales zusammenfließen (Je).

Aus dieser Vereinigung geht rechts die Vena cava inferior hervor. Sie zieht unter der Art. iliaca communis dextra hindurch an der Seite der Aorta nach vorn zur Nierengegend. Aus der Venenvereinigung entsteht noch eine kleine Vene, welche

dorsal von der Aorta heraufsteigt, sich dann aber bald mit der Cava vereinigt (in der Figur punktiert). Unterhalb der Art. mesent. sup. (Am) nimmt die Cava zuerst zwei rechte Nierenvenen auf (Rd), dann erst die Vena sperm. int. dextra (Sp) und auch einige Lumbalvenen (L). Von links her mündet in die Cava inferior die linke Renalvene (Rs). Diese nimmt die Vena suprarenalis sinistra (Sr) und die Vena sperm. int. sin. (Sp) nebst einigen kleinen Lumbalvenen (L) auf. Vena azygos und hemiazygos liegen in den Spatia costotransversaria. Die letztere mündet direkt ins Herz, die Azygos vereinigt sich mit der Vena cava sup.

Das Venenbild bei diesem etwas über 30 Tage alten Embryo gleicht also vollständig dem des erwachsenen Tieres.

Ergebnisse.

Die Bildung der Vena cava inferior vollzieht sich beim Meerschweinchen in der Zeit vom 19. bis zum 25. Tage des embryonalen Lebens. Nach dem 25. Tage ist deren Bildung vollzogen. Wir können an ihr drei verschiedene Teile unterscheiden: der oberste Teil ist zurückzuführen auf die Vena hepatica revehens; er erstreckt sich vom Herzen bis zur Einmündung des Ductus venosus. Der zweite Teil, vom Ductus venosus bis zur Einmündung der Vena renalis sinistra, ist neu entstanden. Es bildet sich zuerst am dorsalen Leberrande ein grösseres Gefässlumen, das dann nach unten hin in kapilläre Verbindung tritt mit der rechten Kardinalvene. Von diesen ursprünglichen Kapillaren weitet sich eine aus und bildet das unterhalb der Leber gelegene Stück der Cava inferior. Diese Erweiterung der Verbindung der Leber zur rechten Cardinalis fällt zusammen mit der Entstehung der Nebennieren. Das dritte, unterste Stück der Cava inferior, also von der Einmündung der

linken Nierenvene nach unten bis zur Vereinigung der *Venae iliacae communes*, ist zurückzuführen auf die rechte *Vena cardinalis*. Nachdem die Verbindung der Lebergefäße zur rechten *Cardinalis* eingeleitet ist, treten auch Verbindungen zwischen den beiden Kardinalvenen auf, zuerst unterhalb der *Art. mesent. sup.* Die Verbindungen sind ursprünglich auch nur kapillär und sehr zahlreich, bis dann ein Gefäßlumen die Oberhand gewinnt. Dieses leitet dann das Blut der linken Kardinalvene auch nach rechts zur *Cava inferior* und damit zur Leber. Es tritt mit dieser Querverbindung in Verbindung die *Vena suprarenalis sinistra*, die *Vena renalis sin.* und auch die *Vena spermat. int. sin.*, die als ein abgespaltener ventraler Teil der Kardinalvene, ebenso wie auf der rechten Seite, aufzufassen ist. Durch das Querstück wird der kopfwärts gelegene Teil der linken Kardinalvene überflüssig und verschwindet.

Der rückwärts von dieser Anastomose gelegene Teil der linken Kardinalvene kann sich erst zurückbilden, wenn weiter distal in der Höhe der Teilung der Aorta eine Verbindung nach rechts hinüber eingetreten ist. Tritt diese untere Verbindung nicht ein, was offenbar beim Meerschweinchen häufig der Fall ist, so muss die Kardinalvene bestehen bleiben, und wir haben dann eine sogenannte Verdoppelung der unteren Hohlvene. Es kann aber die linke Kardinalvene auch bestehen bleiben, obwohl die Verbindung eingetreten ist.

Die *Vena sacralis media* ist der kaudale Teil der *Vena cardinalis*; es kann bald die linke, bald die rechte erhalten bleiben, hier und da bestehen auch beide zugleich fort.

Die *Venae spermaticae internae* leiten sich ab von der Nierenvene, und diese ist ein abgespaltener, ventraler Teil der Kardinalvene, entstanden durch jene Inselbildungen, wie sie von Hochstetter beschrieben werden. Ein Durchschlüpfen der Nierenanlage durch diese inselförmigen Spaltungen der *Venae cardinales* konnte ich beim Meerschweinchen nicht beobachten.

da die Nierenanlage schon in den frühesten Stadien lateral von den Cardinales gelegen ist. Dieser von Hochstetter angegebene Vorgang ist mir auch für den Menschen unwahrscheinlich.

Die Venae renales treten erst ziemlich spät deutlich hervor, nachdem die Niere ihre spätere Lage beinahe erreicht hat. Die linke Nierenvene setzt sich aus zwei verschiedenen Teilen zusammen. Das Stück vor der Aorta bis zur Einmündung der Vena suprarenalis und SpermatICA interna sinistra entsteht aus der Queranastomose zwischen den beiden Kardinalvenen; nur was links davon liegt, ist eigentliche Nierenvene.

Die Venae azygos und hemiazygos sind im wesentlichen neue Venen, und nur in ihren obersten Enden auf die primären Venen zurückzuführen, wie dies aus den beschriebenen Fällen deutlich ersichtlich ist.

Im grossen und ganzen bestätigen diese Untersuchungen die bei menschlichen Embryonen gemachten Beobachtungen und Schlüsse, so auch in Bezug auf die Herleitung der Venae spermaticae internae, von welchen Hochstetter in seinen Untersuchungen nichts angiebt. Es dürfen auch die Bezeichnungen Urnierenvene und Kardinalvene nicht als kurzweg gleichbedeutend hingestellt werden, wie das in verschiedenen Arbeiten zur Erklärung der sogenannten Verdoppelung der Vena cava inferior geschehen ist.

Litteratur.

Vergleiche die Litteraturangabe in meiner Untersuchung „Zur Anatomie und Entwicklung des Venensystems des Menschen“, Anatomische Hefte von Fr. Merkel und R. Bonnet. 19/20. Band V, H. 3.

Erklärung der Abkürzungen.

(Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.)

A = Vena azygos.
Ai = Art. iliaca communis.
Am = Art. mesent. superior.
Ao = Aorta.
As = Art. sacralis media.
Au = Art. umbilicalis.
Cd = Vena cardinalis dextra.
Ci = Cava inferior
Cs = Vena cardinalis sinistra.
DC = Ductus Cuvieri.
DV = Ductus Venosus.
Fd = Vena femoralis dextra.
Fs = Vena femoralis sinistra.

H = Vena hemiazygos.
Hy = Vena hypogastrica.
Jc = Vena iliaca communis.
Ju = Vena jugularis.
L = Vena lumbalis.
P = Vena portarum.
Rd = Vena renalis dextra.
Rs = Vena renalis sinistra.
S = Vena sacralis media.
Sp = Vena spermatica interna.
Sr = Vena suprarenalis.
U = Vena umbilicalis.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. Verhalten der Venen bei vier erwachsenen Tieren mit Abweichungen von dem gewöhnlichen Venenbilde. Tafel XXI—XXII.

Fig. 5. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. I, 18—19 Tage alt. Tafel XXIII.

Fig. 6. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. II, ca. 21 Tage alt. Tafel XXIII.

Fig. 7. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. III, 20—21 Tage alt. Tafel XXIV.

Fig. 8. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. IV, 21 Tage alt. Tafel XXIV.

Fig. 9. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. V, ca. 23 Tage alt. Tafel XXV.

Fig. 10. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. VI, ca. 23 Tage alt. Tafel XXV.

Fig. 11. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. VII, 23 Tage alt. Tafel XXVI.

Fig. 12. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. VIII, 23—24 Tage alt. Tafel XXVI.

Fig. 13. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. IX, 24 Tage alt. Tafel XXVII.

Fig. 14. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. X, 24—25 Tage alt. Tafel XXVII.

Fig. 15. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. XI, 24—25 Tage alt. Tafel XXVIII.

Fig. 16. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. XII, 24—25 Tage alt. Tafel XXVIII.

Fig. 17. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. XIII, 25 Tage alt. Tafel XXIX.

Fig. 18. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. XIV, ca. 26 Tage alt. Tafel XXIX.

Fig. 19. Rekonstruktion der Venen von Embryo Nr. XV, ca. 30 Tage alt. Tafel XXX.