

## XII.

# Ueber das Verhalten der Arteria cerebri anterior beim Affen, Anthropoiden und Menschen.

Von

Dr. M. Rothmann,

Privatdocent in Berlin.



Der Circulus arteriosus Willisii, die bekannte arterielle kreisförmige Verbindung zwischen den Blutströmen der Arteria carotis int. und der Arteria basilaris an der Hirnbasis wird beim Menschen nach vorn abgeschlossen durch die Arteria communicans ant., welche die beiden A. cerebri anteriores mit einander verbindet. Von jeder Seite zieht eine A. cerebri anterior nach ihrem Ursprung aus der Carotis int., von dem Chiasma nervorum opticorum bedeckt, schräg ventral- und medialwärts; beide biegen dann dicht neben einander in einen gerade nach vorn gerichteten Verlauf um und sind an dieser Stelle durch eine im Kaliber und in der Länge wechselnde kleine quer verlaufende Arterie, die A. communicans ant., mit einander verbunden. Diesem beim Menschen sehr constanten Verhalten gegenüber ist es nun interessant, dass bei den Affen, deren Stirnhirn ja an Ausdehnung beträchtlich hinter dem des Menschen zurücksteht, die arterielle Gefäßversorgung wesentlich anders gestaltet ist. Hier treffen die beiden unter dem Chiasma ventral- und medialwärts ziehenden A. cerebri ant. unter einem spitzen Winkel zusammen und ziehen nun, zu einem Stamme vereinigt, nach vorn. Die A. communicans ant. fällt völlig fort, und der Circulus arteriosus Willisii wird durch die unpaare A. cerebri ant. allein geschlossen.

Bei diesem tiefgreifenden Unterschied zwischen Affen und Menschen war es sehr bemerkenswerth, dass Grünbaum und Sherrington<sup>1)</sup>

---

1) A. S. F. Grünbaum and C. S. Sherrington, Note on the arterial supply of the brain in anthropoid apes. Brain. Vol. 25. p. 270.

bei Untersuchung einer Reihe von anthropomorphen Affen zu dem Schluss gelangten, dass dieselben in Bezug auf das Verhalten der Arteriae cerebri anteriores und der A. communicans anterior den menschlichen Typus besäßen und hierin also, wie in so vielen Punkten des Hirnaufbaus, mit dem Menschen gegenüber den niederen Affen eine Gruppe bildeten. Grünbaum und Sherrington untersuchten 6 Chimpansen und einen Orang Utan. Von den 6 Chimpansen, von denen einer der Koolakaamba genannten Abart angehörte, zeigten 4 zwei breite A. cerebri ant. mit einer kurzen A. communicans ant.; in einem Fall vereinigten sich beide Arterienstämme auf 4 mm zu einem Stamm, um sich dann wieder zu trennen, so dass die A. communicans ant. fehlte. Ein Chimpanse endlich besass nur eine unpaare A. cerebri ant. in der Mittellinie, wie die niederen Affen. Allerdings ist zu betonen, dass in der von Grünbaum und Sherrington gegebenen Abbildung des Circulus arteriosus Willisii bei einem Chimpansen mit menschlichem Typus eine unpaare Mittelarterie vorhanden ist, während durch einen kurz vor der Vereinigung aus der linken A. cerebri ant. entspringenden Nebenast der Eindruck zweier A. cerebri ant. mit einer A. communicans ant. erweckt wird (Fig. 1a). Von den anderen Fällen mit menschlichem Typus sind keine Abbildungen gegeben. Dagegen zeigt der Orang Utan nach Beschreibung und Abbildung vollkommen menschlichen Typus mit zwei grossen, gleichwertigen Arteriae cerebri anteriores und einer Arteria communicans anterior (Fig. 1b).



Figur 1. a) Chimpanse (menschlicher Typus). b) Orang-Utan. Circulus Willisii (nach Grünbaum und Sherrington).

Was andere Angaben in der Literatur betrifft, so berichten die genannten Autoren über eine Untersuchung von Bolk<sup>1)</sup> an 2 Orang Utan-Gehirnen, bei denen der geschlossene *Circulus arteriosus* nicht vorhanden war, weil die *A. communicans anterior* in beiden Fällen fehlte, ein sehr merkwürdiges Verhalten, wie es normaler Weise nur den Fischen, einigen Amphibien und Reptilien, sowie vor allem den Vögeln eigenthümlich ist.

Bei der Bedeutung, die solchen grob-anatomischen Differenzen der Gefässvertheilung für die Classificirung der einzelnen Affenspecies in ihrem Verhältniss zum Menschen zukommt, benutzte ich die Gelegenheit, die sich mir darbot, eine grössere Reihe theils eigener, theils mir von Herrn Geheimrath H. Munk in lebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellter niederer Affengehirne auf diese Verhältnisse hin zu untersuchen und sie mit einigen Gehirnen anthropomorpher Affen zu vergleichen. Das Material zu den letzteren Studien verdanke ich neben einigen eigenen Chimpansegehirnen der Freundlichkeit der Herren Privatdocent Dr. Friedenthal und Dr. Koch, Assistent am pathologischen Institut, vor allem aber Herrn Geh.-Rath Waldeyer, der mir das reiche Material der Sammlung des I. anatomischen Instituts zur Verfügung stellte, und dem ich auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen möchte<sup>2)</sup>.

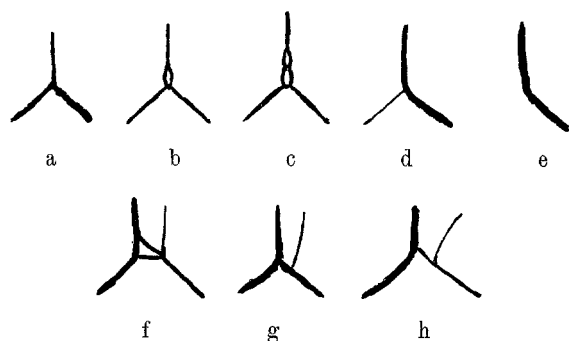
Was zunächst die niederen Affen betrifft, so habe ich 32 Affen der alten Welt untersucht, Meerkatzen, Macacen, *Cynocephali*. In 20 Fällen zeigte sich das typische, oben geschilderte Verhalten einer unpaaren *A. cerebri ant.* ohne *Communicans* (Fig. 2a). 5mal konnte an der Vereinigungsstelle ein kleines Fenster constatirt werden (Fig. 2b), einmal ein doppeltes Fenster (Fig. 2c), 2mal war die *A. ant. cerebri* nur von einer Seite gut entwickelt, von der anderen kam nur ein feiner Ast (Fig. 2d), einmal kam sie überhaupt nur von einer Seite (Fig. 2e). Nur dreimal fand sich eine Andeutung des menschlichen Typus, stets war auch in diesen Fällen nur eine *A. cerebri ant.* stark ausgebildet, aber ein feiner Nebenast lief parallel mit derselben nach vorn. Das Verbindungsstück zwischen beiden könnte man wohl als *Communicans ant.* bezeichnen; einmal war dieselbe sogar doppelt vorhanden (Fig. 2f, g, h). Ein Fall mit ausgeprägtem menschlichen Typus fand sich nicht.

---

1) L. Bolk, Ueber das Gehirn vom Orang Utan. Petrus Camper Nederlandsche Bijdragen tot d. Anat. I und II.

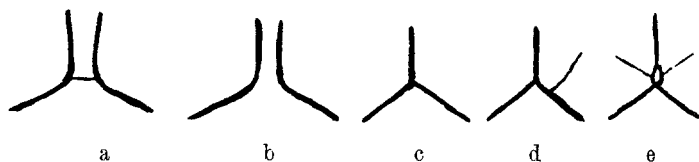
2) Ein grosser Theil der Anthropoiden-Gehirne stammt aus dem Berliner Zoologischen Garten, dessen Director, Herr Dr. Heck, der wissenschaftlichen Forschung das reiche Thiermaterial stets in liberalster Weise zur Verfügung stellt.

Von anthropomorphen Affen konnte ich im ganzen 17 Fälle untersuchen und zwar 7 Chimpanse, 4 Orangs, 2 Gorillas und 4 Gibbons. Was zunächst die Chimpanse betrifft, bei denen ja auch die Untersuchungsreihe von Grünbaum und Sherrington in einigen



Figur 2. A. cerebri anterior bei den niederen Affen.

Fällen Verhältnisse der A. cerebri ant. ergab, die an die bei niederen Affen bestehenden Formen erinnerten, so konnte ich in einem einzigen Falle das typisch menschliche Verhalten constataren, d. h. also 2 gleich starke A. cerebri anteriores mit einer Communicans ant. (Fig. 3a); in einem Fall aus der Sammlung des I. anatomischen Instituts zogen zwei A. cerebri ant. nach vorn, waren aber durch keine A. communicans ant. verbunden (Fig. 3b). Da aber in diesem Fall die Gefäße an der Hirnbasis bei der Herausnahme nicht ganz intact geblieben waren, muss mit der Möglichkeit eines künstlichen Abreissens dieser Arterie gerechnet werden. Dagegen zeigten 4 Fälle das typische Verhalten des niederen Affen, also eine unpaare A. cerebri ant. ohne Communicans (Fig. 3c); in zwei von diesen Fällen fand sich ein unbedeutender Seitenast auf der einen Seite (Fig. 3d). Ein Fall endlich zeigte eine unpaare A. cerebri ant. mit einem Fenster an der Vereinigungsstelle, von dem aus zwei kleine Nebenäste ausgingen (Fig. 3e), ein häufig auch bei niederen Affen zu

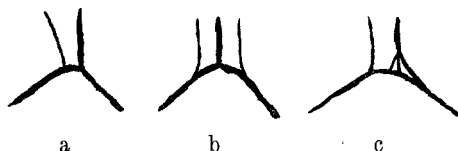


Figur 3. A. cerebri anterior beim Chimpanse.

constatirendes Verhältniss. In 5 von 7 Fällen bestand also bei den Chimpanse das Verhalten der niederen Affen. Grünbaum und Sherrington

fanden, wenn man den von ihnen abgebildeten Fall aus den oben entwickelten Gründen abzieht, in 3 von 6 Fällen das typische menschliche Verhalten, in den anderen 3 Fällen Verhältnisse, die mit denen der niederen Affen übereinstimmten oder sich denselben doch sehr annäherten. Von 13 Chimpansen zeigten daher nur 5 menschliches Verhalten, wenn wir den Fall ohne Communicans schon hier mit einrechnen, jedenfalls also die kleinere Hälfte.

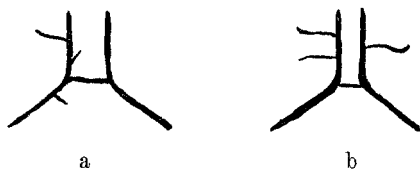
Von den 4 von mir untersuchten Orangs zeigte keiner das typische Verhalten des niederen Affen, aber auch keiner völlig menschliches Verhalten. Zwei derselben besaßen eine starke linksseitige A. cerebri ant., neben der rechts ein kleinerer Nebenast zu constatiren war (Fig. 4 a). In einem Fall ging in der Mitte eine unpaare Arterie ventralwärts; mit derselben parallel zogen aber 2 Nebenarterien, so dass eigentlich 3 Art. cerebri ant. bestanden (Fig. 4 b). Ein Fall endlich zeigte eine starke linksseitige Art. cerebri ant. mit zahlreichen Anastomosen, eine schwächere rechtsseitige und eine gut ausgebildete A. communicans ant. (Fig. 4 c). Anhangsweise erwähne ich, dass in



Figur 4. A. cerebri anterior beim Orang-Utan.

2 weiteren Fällen vom Orang aus der Sammlung des I. anatomischen Instituts die Vereinigungsstelle der A. cerebri ant. nicht aufgehoben war, im weiteren Verlauf im Sulcus longitudinalis inferior aber die Anwesenheit zweier A. cerebri anteriores zu constatiren war.

Vom Gorilla konnte ich 2 Exemplare aus dem I. anatomischen Institut untersuchen. In beiden Fällen bestand das typisch menschliche

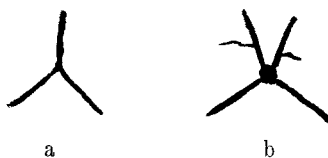


Figur 5. A. cerebri anterior beim Gorilla.

Verhalten, also 2 gleich starke Art. cerebri ant. und zwischen beiden eine kurze schwächere A. communicans ant.

Endlich prüfte ich 4 Fälle vom Gibbon (aus dem I. anatomischen

Institut), der ja durch das Vorhandensein von rudimentären Gesässchwieneln entschieden niedriger steht als die anderen anthropomorphen Affen. Es waren 3 Gehirne von *Hylobates concolor* und ein nicht näher bezeichnetes sehr grosses *Hylobates*-Gehirn aus dem Berliner Aquarium. Bei drei derselben bestanden die einfachen Verhältnisse der niederen Affen, indem nur eine unpaare *A. cerebri ant.* vorhanden war (F. 6a). Nur an dem grösseren Gehirn vereinigten sich die beiden *A. cerebri ant.* zu einem Gefässknoten; aus demselben entsprangen aber im spitzen Winkel wieder 2 *Art. cerebri ant.* (Fig. 6b).



Figur 6. *A. cerebri anterior* beim Gibbon.

Ueberblicken wir nun die ganze Reihe, so sehen wir, soweit man aus den immerhin kleinen Zahlen schliessen kann, dass die niederen Affen übereinstimmend die unpaare *A. cerebri ant.* ohne *Communicans ant.* besitzen oder doch nur in vereinzelten Fällen eine Andeutung der Zweitheilung der *A. cerebri ant.* erkennen lassen. Die anthropomorphen Affen zeigen dagegen eine sehr beträchtliche Annäherung an die typische menschliche Form, allerdings in ihren einzelnen Species in sehr verschiedenartiger Ausbildung. Der Gibbon weist in der Mehrzahl der Fälle noch das Verhalten der niederen Affen auf; auch in dem einen Fall von Zweitheilung der *A. cerebri ant.* ist keine *Communicans ant.* vorhanden. Es folgt der Chimpanse, bei dem nur die kleinere Hälfte der untersuchten Individuen den menschlichen Typus aufweist, während eine grössere Zahl noch das Verhalten der niederen Affen bewahrt hat. Weit näher dem Menschen steht der Orang, bei dem stets 2, einmal sogar 3 *Art. cerebri ant.* vorhanden waren, der aber noch nicht die Gleichmässigkeit in der Ausbildung der beiden Arterien erkennen lässt, die beim Menschen die Regel ist. Die höchste Stufe nimmt der Gorilla ein, der in beiden untersuchten Exemplaren das typische menschliche Verhalten in der Ausbildung der beiden *Art. cerebri ant.* und der *Communicans ant.* besitzt.

So erhalten wir hier die Reihe: Niedere Affen der alten Welt<sup>1)</sup>,

1) Affen der neuen Welt standen mir nicht zur Verfügung mit Ausnahme eines kleinen *Hapale*-Affen, der mit den niederen Affen der alten Welt übereinstimmte.

Gibbon, Chimpanse, Orang, Gorilla, eine Reihe, die mit den sonstigen Verhältnissen des Körperbaues und auch des Gehirns gut übereinstimmt. So gelangt z. B. Waldeyer<sup>1)</sup> bei seinen Untersuchungen über die Insel des Gehirns der Anthropoiden zu der Reihe: Gibbon, Orang, Chimpanse, Gorilla, so dass also auch hier der Gibbon am niedrigsten, der Gorilla am höchsten steht.

Wie verhält es sich nun mit dem Menschen? Sind bei ihm diese Arterien in ihrem Verlauf constant? Was zunächst den allgemeinen Eindruck betrifft, so haben mich eine Reihe von erfahrenen pathologischen Anatomen versichert, dass das Verhalten der beiden Art. cerebri ant. mit der Verbindung durch die Art. commun. ant. ein fast absolut constantes sei. Eine genaue Statistik von 200 Fällen hat Windle<sup>2)</sup> zusammengestellt. Unter diesen 200 Fällen war die Art. cerebri ant. 181 mal normal; 9 mal fand sich ein dritter Ast, eine Art. cerebri ant. media, die aus der Art. communicans entsprang, also das Verhalten, wie es der eine von unsern Orangs erkennen liess. Zweimal kam die Art. cerebri ant. nur von links, während rechts nur ein feiner Ast, einmal von der Art. cerebri media, einmal von der Carotis int. entspringend, zu constatiren war. Ein einziges Mal waren beide Art. cerebri ant. zu einem Stamm vereinigt, der bis zum Ende der Fissura longitudinalis inf. beide Hemisphären versorgte. Achtmal vereinigten sich beide Art. cerebri ant. auf eine kurze Strecke, davon 6 mal, indem die Vereinigung die Art. commun. ant. ersetzte, während 2 mal die Vereinigung ventral von der Art. commun. ant. erfolgte. Daneben bestanden in einer Reihe von Fällen Verdoppelungen (14 mal), einmal sogar eine Verdreifachung der Art. commun. ant. Fehlen der Art. commun. ant. bei 2 Art. cerebri ant., also Offenbleiben des Circulus arteriosus Willisii nach vorn, wie es Bolk beim Orang beschrieben hat, fand sich in keinem Falle.

Also nur ein einziger Fall von 200 zeigte das typische Verhalten der niederen Affen, während andere Varianten in ca. 10 pCt. der Fälle vorhanden waren.

Auch Henle<sup>3)</sup> citirt nur einen Fall von Meckel, in dem die beiden Art. cerebri ant. eine Strecke weit zu einem unpaaren Stamm, der Art. cerebri ant. commun. verschmolzen waren; eine völlig unpaare Art. cerebri ant. hat er selbst nicht gesehen.

1) Waldeyer, Ueber die Insel des Gehirns der Anthropoiden. Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie. Jahrg. XXII. 1891. S. 110.

2) Bertram C. A. Windle, The arteries forming the circle of Willis. Journ. of anat. and physiol. XXII. 1888. p. 289.

3) Henle, Handbuch der Gefässlehre. Braunschweig 1868. S. 247.

Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass Untersuchungen an Geisteskranken und Verbrechern hier entschieden zahlreichere Varietäten constataren liessen als beim normalen Menschen. So untersuchte Wyrubow<sup>1)</sup> 112 an verschiedenen Geisteskrankheiten zu Grunde gegangene Individuen. In 22,3 pCt. der Fälle fanden sich Anomalien im Gebiet der Art. cerebri ant. Dabei vereinigten sich einmal beide Art. cerebri ant. zu einem mit einem Fenster am Ursprung versehenen Stamm, der die inneren Flächen beider Hemisphären versorgte; zweimal war die Art. cerebri ant. der einen Seite stark entwickelt und versorgte beide Hemisphären, während die schwache Art. cerebri ant. der anderen Seite sich weit vor der normalen Umbiegungsstelle erschöpfte. Auch der Ursprung beider Art. cerebri ant. mit einem Stamm von der A. carotis int. sin. mit Theilung in 2 Stämme in der Höhe der Commissura cerebri ant. wurde beobachtet. Anomalien der Art. communicans ant., vor Allem Verdoppelung derselben und Abgang einer Art. cerebri ant. mediana aus ihrer Mitte, fanden sich häufig.

An einem Material von 87 Verbrechern fand Parnisetti<sup>2)</sup> die beiden Art. cerebri ant. normal und symmetrisch entwickelt 51 mal (58,62 pCt.), 1 mal symmetrisch, aber atrophisch. In 34,5 pCt. der Fälle war die eine Art. cerebri ant. stärker entwickelt, 5 mal entsprangen beide von einer Carotis. Die Communicans ant. war in 10 Fällen abnorm dünn, in 11 Fällen verdoppelt, einmal verdreifacht; sie fehlte in 32,18 pCt. der Fälle. 7 mal fand sich bei mässiger Atrophie der beiden Art. cerebri ant. eine wohlausgebildete unpaare Art. mediana corporis callosi, die aus der Mitte der Art. commun. ant. entsprang.

Wenn also auch das typische Verhalten der niederen Affen, die unpaare Art. cerebri ant. ohne Communicans, beim Menschen zu den grössten Seltenheiten zählt, so sind dagegen Abweichungen von der typischen menschlichen Ausbildung zweier Art. cerebri ant. mit gut ausgebildeter einfacher Art. commun. ant. beim psychisch kranken und criminellen Menschen anscheinend sehr häufig. Hier erinnert vor Allem die Ausbildung einer gut entwickelten Art. cerebri ant. media (mediana corporis callosi) bei Atrophie der beiden anderen Art. cerebri ant. sehr an die Verhältnisse der niederen Affen.

---

1) Wyrubow. Ueber die unregelmässige Bildung des Circulus Willisii. Obzorenje psichjatrj 1902. No. 5 u. 6.

2) Charles Parnisetti, Anomalies du Polygone artériel de Willis chez les criminels, en rapport, aux altérations du cerveau et du coeur. Compt. rend. du congrès internat. d'anthropologie crimin. Amsterdam 1901. p. 236.



Eine neue genaue Untersuchung der hier obwaltenden Verhältnisse wäre; gerade mit Rücksicht auf die bei den anthropomorphen Affen festgestellten Uebergangsformen, dringend erwünscht, ebenso eine Prüfung des Verlaufs der vorderen Hirnarterien bei niederen Menschenrassen. Es wäre nicht undenkbar, dass hier häufiger Variationen vorkommen als beim Europäer.

Dass die gute Ausbildung zweier vorderer Hirnarterien für die Blutversorgung und damit für die Ausbildung der vorderen Hirnpartien von Bedeutung sein dürfte, ist einleuchtend. Versorgen die *A. cerebri anteriores* doch im Wesentlichen die beiden oberen Stirnwindungen und den Gyrus rectus, ferner den Balken und die medialen Rindenabschnitte bis zum Cuneus hin. Gerade im Gebiet der Stirnwindungen, deren unilaterale functionelle Ausbildung beim Menschen von grösster Bedeutung ist, wird die arterielle Selbstständigkeit beider Hemisphären beim Menschen im Gegensatz zu der gemeinsamen Blutversorgung aus einem Arterienstamm beim Affen zu der Vollkommenheit der Ausbildung jeder Hemisphäre wesentlich beitragen. Ferner werden doppel-seitige Stirnhirnerkrankungen durch Gefässaffectionen beim Menschen weit schwerer zu Stande kommen können.

Erscheint so die völlig getrennte Ausbildung zweier *Arteriae cerebri anteriores* zweifellos als der vollkommenere, einer höheren Ausbildung des Stirnhirns förderliche Zustand, so muss man doch vorsichtig sein, hier einen Gipfelpunkt der anatomischen Ausbildung beim Menschen und den ihm nächststehenden anthropomorphen Affen anzunehmen. Grünbaum und Sherrington weisen auf Grund der ihnen von Parsons gegebenen Mittheilungen darauf hin, dass bei allen niederen Säugethieren bis zum Affen herauf nur die unpaare *A. cerebri anterior* mit fehlender *A. communicans ant.* zu finden wäre. Dem gegenüber lehrt aber eine sorgfältige, vergleichend anatomische Untersuchung Hofmann's<sup>1)</sup>, dass die doppelte Ausbildung der *A. cerebri ant.* sich bei reits bei Fröschen, Salamandern und Vögeln findet, hier allerdings befehlender *A. communicans ant.*, so dass der *Circulus arteriosus ventralis* nicht geschlossen ist. Aber auch bei den niederen Säugethieren kommen alle Variationen vor, von der gänzlichen Vereinigung der *A. cerebri anteriores* zu einem Stamm bis zur völligen Trennung in zwei *A. cerebri anteriores*, die durch eine *A. communicans* vereinigt sind. So zeigen Igel, Meerschweinchen, Kaninchen, Eichhörnchen, Gürtelthier,

---

1) Max Hofmann, Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarksarterien der Vertebraten. Zeitschr. für Morphol. und Anthropol. Bd. II. 1900. S. 247.

Fischotter, Wiesel und Schwein die völlige Vereinigung zu einer unpaaren A. cerebri ant. Beim Pferd findet eine kurze Vereinigung zu einem Stamm statt, der sich dann in 2 Aeste theilt. Hund und Fuchs zeigen bald die unpaare A. cerebri ant., bald 2 Arterien mit einer Communicans ant. Dagegen existiren beim Hirsch und beim Rind zwei getrennte Arteriae cerebri ant., die durch ein kleinmaschiges Gefässnetz, das der Art. communicans ant. entspricht, verbunden sind; bisweilen sind die beiden Arterien auf eine kurze Strecke ihres Verlaufes vereinigt.

Auf Grund dieser Thatsachen gelangen wir zu dem Schluss, dass das Vorhandensein zweier A. cerebri anteriores mit einer Communicans dem Menschen in der Reihe der Säugethiere keinen besonderen Platz einräumt, da ja Hirsch und Rind die gleichen Verhältnisse erkennen lassen. Nur in der Reihe der Primaten kann man mit der aufsteigenden Hirnentwicklung, vor Allem der zunehmenden Ausdehnung des Stirnhirns eine aufsteigende Entwicklung der Arterienversorgung der ventralen Hirnpartien verfolgen, von der vollständigen Vereinigung der beiden A. cerebri ant. zu einem Stamm bei den niederen Affen bis zu dem constanten Vorhandensein der beiden A. cerebri anteriores, die durch die A. communicans ant. verbunden sind, wie wir sie in typischer Ausbildung beim Gorilla und vor Allem beim Menschen zu constatiren vermögen.

---