

ALLGEMEINE BIOLOGIE

Bemerkungen zum kausalen Denken

Von Dr. Robert Exner, Wien

Eingegangen 10. September 1956

Bei der Überprüfung unseres Erkenntnisvermögens bezeichnete Kant die Kausalität als eine Kategorie unseres Verstandes, nach der wir erkennen müssen: „Alle Veränderungen geschehen nach dem Gesetz von Ursache und Wirkung“. So ist die Kausalität zuerst ein Problem der Philosophie gewesen, die sich bemühte, rein spekulativ in das Wesen der Kausalität tiefer einzudringen. Aufgabe der Hirnforschung aber ist es, in solchen Fällen die funktionellen Grundlagen einer derartigen Erscheinung näher zu studieren und wenn möglich ihre physiologischen und anatomischen Korrelate aufzuzeigen. So gesehen ist das Wort Kausalität die phasische (= lautliche) Bezeichnung für einen Begriff, der auf Grund unserer Denkprozesse gebildet und eingeschliffen worden ist. Ein solcher Begriff bildet eine funktionelle Einheit, mit der weiter operiert werden kann. Das hat nun die Philosophie auch getan. Es war Schopenhauer, der auf Kant weiterbaute und drei Formen der Kausalität unterschied:

1. Ursache und Wirkung im eigentlichen Sinne im Anorganischen.
2. Reiz und seine Beantwortung im organisch vegetativen Leben.
3. Das Motiv in den Handlungen aller tierischen Lebewesen.

Suchen wir hier wieder nach hirnhysiologischen Korrelaten, so ergibt sich ohne weiteres, daß es sich bei der Verknüpfung von Ursache und Wirkung im Anorganischen nur um die Schaffung von Kausalnexussen handeln kann, die wir in unseren Gehirnen zwischen aus der Umwelt abgeleiteten Begriffen herstellen.

Die Ableitung und Einschleifung dieser Begriffe beruht aber auf Sinnesindrücken, die wir durch die Außenwelt empfangen, Analoges gilt natürlich auch von der Reizbeantwortung im organischen Leben und den Motiven in den Handlungen aller tierischen Lebewesen. Immer handelt es sich um kausale Verbindungen, also funktionelle Leistungen unserer Gehirne; wir dürfen aber gerade deswegen nicht von vorneherein annehmen, daß diesen Kausalverbindungen außerhalb unserer Gehirne ein analoger Kausalnexus entspricht. Demnach ist aber die Kausalität nicht nur eine Kantsche Kategorie und ein Denkinstrument, sondern ein Arbeitsprinzip unserer Zentralnervensysteme überhaupt, das uns in verschiedenen funktionellen Erscheinungsformen entgegentritt. Die Einteilung Schopenhauers betrifft demnach nur verschiedene Arbeitsfelder der Psyche, auf denen das Denkinstrument der Kausali-

tät eingesetzt wird. Aber auch diese Arbeitsfelder liegen in unseren Gehirnen und sind psychiatrisch gesehen nur die Registraturen von dem, was unsere Gehirne von der Umwelt, dem eigenen Körper und der eigenen inneren Seelentätigkeit aufgenommen haben. Der Psychiater Wernicke hat darum auch geradeheraus von drei psychischen Arbeitsfeldern gesprochen und sie als:

Allopsyche = seelisches Arbeitsfeld für die Umwelt,

Somatopsyche = seelisches Arbeitsfeld für den eigenen Körper,

Autopsyche = seelisches Arbeitsfeld für das „Selbst“

bezeichnet.

Zweifellos beruht also das, was die Philosophie als Kategorie oder Denkinstrument herausgestellt hat, auf einem weitverbreiteten Vorgange in unseren Zentralnervensystemen, der manchmal in komplizierteren, manchmal in einfacheren Formen abläuft, wie offenbar schon Schopenhauer aufgefallen ist, als er die oben zitierte Einteilung schuf. Von neurologischer Seite ist hiezu zu bemerken:

Unser Zentralnervensystem und das der Wirbeltiere ist grundsätzlich aus einzelnen Neuronen aufgebaut, von denen jedes einzelne mit anderen in Verbindung steht. Die einfachst denkbare und auch häufig genug realisierte Form eines Kausalnexus wird durch einen einfachen Reflexbogen dargestellt, der aus einem sensiblen und angeschlossenen motorischen Neuron besteht. Solcher direkter Reflexbögen gibt es natürlich unzählige. Der Apparat arbeitet dann normalerweise so, daß bestimmte Veränderungen eine Reizung im sensiblen Neuron bewirken, die dann eine Reizung im angeschlossenen motorischen Neuron „verursacht“. Nun gibt es aber nicht nur einfache Direkte Reflexbögen, jeder vom andern unabhängig, sondern auch Reflexbögen, die ineinander und übereinander geschaltet sind. Es ist daher leicht einzusehen, daß dadurch „Verursachung“ und „Wirkung“ sehr vielgestaltig und kompliziert werden können; je komplizierter daher ein Zentralnervensystem aufgebaut ist, je mehr Nervenzellen es hat und je vielgestaltiger diese untereinander verbunden sind, umso komplizierter und weniger durchschaubar werden seine causalen funktionellen Zusammenhänge sein. Die Schopenhauersche Einteilung betrifft daher nur graduelle aber keine prinzipiellen Unterschiede. Das ist ohne weiteres zu verstehen für die einfache „Beantwortung eines Reizes“ und die „Motivierung“ von „Handlungen“. Die Komplikation des Aufbaues ist im zweiten Falle größer. Aber auch für die Kausalität im Anorganischen gilt das Gleiche: Sie beruht auf der kausalen Verknüpfung von Begriffen im allopsychischen Arbeitsfeld. Diese Begriffe aber werden in der menschlichen Großhirnrinde auf Grund von praktischen Notwendigkeiten, gnostischen Möglichkeiten und phasischen Bedürfnissen gebildet und eingeschliffen. Die Verhältnisse liegen hier womöglich noch komplizierter trotz der scheinbaren Einfachheit: Denn zuerst müssen die Begriffe geschaffen werden und dann können sie erst verknüpft werden. Somit ist die Kausalität im allgemeinen eine auch im morphologischen Aufbau sich zeigende allgemeine funktionelle Eigenheit der Zentralnervensysteme der Wirbeltiere, eine Art Arbeitsprinzip,

das bei entsprechend kompliziertem Aufbau die verschiedensten funktionellen Aspekte liefern kann und einer davon ist der Kausalitätsbegriff der menschlichen Großhirnrinde.

Dieser meist sehr komplizierte, causal-funktionelle Aufbau im Zentralnervensystem ist natürlich beim Menschen am stärksten veranlagt, da dieser über mehr Neurone in seinem Gehirn verfügt als das Tier. Damit stimmt eine Erkenntnis des Philosophen Mauthner überein, der die Ursache einer Wirkung als ein Kollektiv von Bedingungen auffaßte, die alle erfüllt sein müßten, damit die Wirkung eintrete. Als „Ursache“ an sich bezeichnete Mauthner nur „die auslösende Veränderung eines der bedingenden Umstände“. Auch dafür bieten Morphologie und Physiologie des Zentralnervensystems ungezählte Parallelen: Dadurch, daß die einzelnen Neurone des Zentralnervensystems durch ihre Ausläufer vielfach miteinander verbunden sind und dynamisch funktionell parallel oder übereinander geschaltet sind, müssen Erregungswege förmlich gebahnt (S. Exner) werden und ist damit ihr Zustandekommen von einem „Kollektiv“ anatomischer und physiologischer Bedingungen „bedingt“ und schließlich durch eine Veränderung „verursacht“.

Aus dem Bisherigen ergibt sich also, daß die Zentralnervensysteme der Wirbeltiere und des Menschen funktionell ganz allgemein nach dem Kausalitätsprinzip aufgebaut sind, eine Eigenschaft, die uns je nach der Eigenart der verschiedenen Gehirne und Gehirnpartien rein phänomenal in verschiedenen Formen entgegentritt. Die für unsere Studien wichtigsten dieser Formen sind, außer dem schon erörterten Kausalitätsbegriff, der Entwurf von zweckbedingten Handlungen, fachtechnisch „Praxie“ genannt, der Aufbau von kausal verknüpften Begriffsketten und schließlich der sprachliche Ausdruck all dieser Phänomene.

Von der zweckbedingten Handlung, der Praxie, ihrem innerlichen Aufbau und ihrer Durchführung wissen wir, daß sie im wesentlich motorisch arbeitenden Stirnhirn aufgebaut und zur Durchführung auf die vordere Zentralwindung übertragen wird. Dies beginnt beim Kinde damit, daß wahllos Bewegungen ausgeführt, der Erfolg beobachtet und unter Wiederholung der Bewegung autognostisch verarbeitet wird; schließlich wird die eigene Bewegung als Ursache des beobachteten Erfolges aufgefaßt und registriert. Es werden in Verbindung mit dem „Ich“ Kausalzusammenhänge eingeschliffen, was zunächst die Ursache aller Handlungen ist. Erst später, mit der fortschreitenden Begriffsbildung, wird der autognostische Ichbegriff durch allognostische Begriffsbildungen vielfach ersetzt. So läßt auch der Begriff der Ursache den Begriff Kraft entstehen, als der Fähigkeit des Ich oder des substituierten Dinges, irgendwelche beobachtbare Veränderungen zu bewirken. Solcherart kommt es in unseren Gehirnen zur Aufstellung von Kausalnexussen, ja ganzen Kausalketten, die beliebig nach beiden Seiten verlängert werden können. Sie stellen also nichts anderes als eine potenzierte, dem Stirnhirn eigene Leistungsform einer Baueigentümlichkeit der Wirbeltiergehirne dar. Daß sie gerade beim Menschen einen so hohen Leistungsgrad erreicht, ergibt sich aus der ver-

gleichenden Hirnanatomie, die gezeigt hat, daß die menschliche Großhirnrinde den kompliziertesten Bau und das relativ am stärksten entwickelte Stirnhirn besitzt ¹⁾. Es hat die Fähigkeit zu motorischer Abstraktion, die bei Störungen sich als paranoide Einstellungen sehr unangenehm bemerkbar machen können.

Um letzteres besser zu verstehen und im Hinblick auf das Kommende muß hier noch auf einige Eigenheiten des menschlichen Stirnhirns eingegangen werden. Histologisch ist darauf aufmerksam zu machen, daß der Stirnlappen nach *Economo* eine Entwicklung durchmacht, die, fachtechnisch „Verpyramidisierung“ genannt, darauf hinausläuft, daß viele kleine, ursprünglich sensorische Ganglienzellen in motorische Pyramidenzellen verwandelt werden, so daß große Felder des ausgereiften Stirnlappens nur mehr mit Pyramidenzellen besetzt sind. Außerdem besitzt der menschliche Stirnlappen ein spezielles „Assoziationszentrum“ (Flechsig), das keine wesentliche Verbindung mit dem Hirnstamm unterhält und daher dynamisch von dort unabhängig ist. Es besitzt nur zahlreiche Verbindungen mit der übrigen Großhirnrinde. Abgesehen von den motorischen Leitungsbahnen zu den tieferen Gebieten des Zentralnervensystems ist die Stirnhirnrinde sehr stark mit den sensorischen Teilen der Großhirnrinde, dem Scheitel-, Schläfe-, und Hinterhauptlappen, verbunden. Dem Scheitellappen aber untersteht die Hochfunktion der Gnosis, das Erkennen und der Aufbau der subjektiven Gesamtsituation (*Edinger*, *Pötzl*). Auch dieser Rindenteil verfügt beim Menschen über ein besonderes Assoziationszentrum, das nur Verbindungen innerhalb der Großhirnrinde unterhält, aber keine mit dem Hirnstamm, und das einen analogen mikroskopischen Aufbau wie das andere Assoziationszentrum im Stirnhirn besitzt (*Economo*, *Flechsig* u. a.). Es ist anzunehmen, daß dieses Zentrum die gnostischen Unterlagen für die Praxis zu liefern hat, was auch den klinischen Erfahrungen entspricht. Dazu kommt noch, daß die genannten Rindenlappen einen sehr großen Reichtum an sensorischen Körnerzellen erkennen lassen und einen deutlichen 6schichtigen Bau zeigen. Vergleichsweise besitzt das Säugetiergehirn nach *Vogt* keine oder nur eine angedeutete 4. Rindenschicht, und die 6. Schicht ist nach einer eigenen fluoreszenzmikroskopischen Untersuchung beim Rind kaum entwickelt.

Über die allgemeine Bedeutung der 6 menschlichen Großhirnrindenschichten ist im allgemeinen noch recht wenig bekannt; die Schichten sind auch nicht in allen Rindengebieten gleich gut ausgebildet. Ganz außen liegt die beim Menschen mächtig entwickelte Tangentialfaserschicht; sie enthält relativ wenig Zellen, deren Ausläufer sich in der Schicht verzweigen. Die Schicht selbst stellt so etwas wie ein interurbanes Telephonnetz der Großhirnrinde dar. Ihr angelagert ist die äußere Körnerschicht. Da sie Körnerzellen führt, muß sie irgendwie sensorische Funktionen haben. In sensorisch

¹⁾ Ausgedrückt in Prozenten der Rindenoberfläche der gesamten Großhirnrinde beträgt nach *Flechsig* die des Stirnhirns: beim Menschen 29%, Schimpansen 16,9%, Gibbon 11,3%, Pavian 10,1%, Kapuzineraffen 9,2%, Maki 8,3%, Hund 6,9%, bei der Katze 3,4%, beim Kaninchen 2,2%.

arbeitenden Rindenzellen wird sie eine Hauptrolle spielen, in motorischen wohl nur Steuerungsfunktionen besitzen. Jakob schreibt dieser Schicht ebenfalls eine allgemeine Bedeutung für die ganze Großhirnrinde zu. Beide Schichten sind übrigens den höheren Wirbeltieren gemeinsam. Sie kommen daher höchstens quantitativ und nicht qualitativ als Träger menschlicher funktioneller Hochleistungen in Betracht. Als 3. Schicht von außen folgt eine Schicht kleiner motorischer Pyramidenzellen, die beim Säugetier mit der wieder motorischen 5., ebenfalls mit Pyramidenzellen besetzten Schicht verschmolzen ist, beim Menschen aber durch die 4., innere Körnerschicht getrennt ist. Die Ausläufer der 3. und 5. Schicht strahlen in die Tangentialfaserschicht ein, ihre Axozyklen aber gehen als Fernleitungen in das Windungsmark. Die 4. Schicht spaltet also die ursprünglich einheitliche motorische Schicht beim Menschen in zwei motorische Schichten, zu deren jeder eine sensorische gehört. Jakob hat nun die Vermutung ausgesprochen, daß die 4., 5. und 6. Schicht mehr den lokalen, also arealen Funktionen zu dienen haben und die 1., 2. und 3. Schicht mehr den höheren Gesamtfunktionen. Wir sind daher noch weit entfernt davon, genaue Angaben über die physiologischen Funktionen der einzelnen Rindenschichten in den verschiedenen Teilen der menschlichen Großhirnrinde zu machen. Das Eine aber geht aus dem Gesagten hervor, daß sie in Richtung der Funktionsdifferenzierung am stärksten von allen Cortices der höheren Wirbeltiere ausgebaut ist. Zu diesen Differenzierungsfähigkeiten gehört aber auch die Abstraktion, d. h. das Absehen von den momentan laufenden Vorgängen und der Aufbau von Eigenleistungen. Verfügt doch auch die Großhirnrinde über eigene besondere „Backfadingbahnen“, mit deren Hilfe sie ihre Eigenleistungen vor Störungen von seiten der tieferen Zentren schützt.

Ich habe hier eine für den Nichtfachmann bestimmte Übersicht über einschlägige Forschungsergebnisse zu geben versucht; sie dürften genügen, um den Erörterungen über den Kausalitätsbegriff folgen zu können. Dieser stellt, wie ich gleich anfangs angedeutet habe, als Begriff eine für den Eigengebrauch eingeschliffene Funktionseinheit der Großhirnrinde dar. Als solche Funktionseinheit beruht sie einmal auf praktischen Notwendigkeiten. Wie ich gezeigt habe, sind diese auf rein abstraktiver Basis zu suchen; die motorische Wurzel der Begriffsbildung liegt also im allgemeinen Kausalprinzip des Zentralnervensystems, und da dies im Stirnhirn am stärksten differenziert ist, ist auch dort die motorisch funktionelle Basis zu suchen. Führen ja auch Stirnhirnerkrankungen vielfach zu Witzelsucht und übermäßigem Kausalketteaufbau mit paranoider Färbung.

Die Begriffsbildung muß aber auch eine von gnostischen Möglichkeiten begrenzte Wurzel haben. Bei der Aufsuchung dieser kommt uns die Sprachkunde zu Hilfe: Im gewöhnlichen Sprachgebrauch, aber auch in der regulären Grammatik vieler Sprachen fällt der Kausativ (Warum-Form) mit dem Abessiv (Woher-Form) zusammen. Das geht in einigen Sprachen so weit, daß sogar das tätige Subjekt nicht im Nominativ, sondern als verursachendes

Etwas im Kausativ oder Abessiv steht. Gnostisch ist also der Kausalitätsbegriff vom Raumsinn des Parietallappens abgeleitet, indem er von den spezifischen Qualitäten der Raumfunktion abstrahiert wird. Man kann sich das, grundsätzlichen Erkenntnissen O. Pötzls folgend, so vorstellen, daß von den Arealen, die mit den Raumfunktionen der Persönlichkeit betraut sind, nur die grundlegenden Erregungen übernommen werden. Da dies aber eine gewisse Arbeitsleistung bedeutet, wird sehr oft das Warum dem Woher gleichgesetzt.

Wie aus meinen Darlegungen hervorgeht, ist also die Kausalität bis in ihre höchsten Erscheinungsformen eine interne Angelegenheit des menschlichen Großhirnmantels und nicht mehr! Wir wissen nicht, ob unseren gedanklichen „Kausalitäten“ ebensolche Kausalitäten in der Natur entsprechen. Die Menschheit mußte sehr oft zu ihrem Leidwesen erfahren, daß dem nicht so ist. Nur dort, wo ihr die Natur freie Hand ließ, konnte die Menschheit ihrer hochentwickelten Kausalität die Zügel schießen lassen. Dahin gehören z. B. die Abstammungssagen der verschiedenen Völker oder der Astralmythos, der das Fundament der Astrologie bildet, und vieles andere. Hier finden sich auch Beziehungen, die zur Kunst der Völker hinüberführen. Aber auch in ihrer Erscheinungsform der Praxie, der zweckbedingten Handlung lieferte sie eine mächtige Handhabe zur Selbstbehauptung der Menschheit: Es ist dies das zweckbedingte, selbst hergestellte Instrument, die Wurzel und der Ursprung unserer hochentwickelten Technik. Auch die heutigen Menschenaffen benützen gelegentlich Instrumente. Sie wählen sie aus ihnen sich anbietenden Dingen aus, aber selber herstellen können sie sie nicht. Diese Erkenntnis ist wieder für unsere Prähistorie wichtig: Ein tierisches Gehirn wird niemals imstande sein, ein Instrument zu „verursachen“, dagegen gilt dies vom primitivsten Faustkeil des Praechelleen: Er wurde in einem menschlichen Stirnhirn vorbeachtet und dann zugeschlagen. Da wir nun nicht immer so glücklich sind, menschliche Überreste aufzufinden, so genügt oft die Auffindung eines oder mehrerer Werkzeuge, um die Anwesenheit eines menschlichen Stirnhirns unter Beweis zu stellen.

Eine noch höhere Leistung auf diesem Gebiete stellt das wissenschaftliche Experiment dar. Ich habe früher aufmerksam gemacht, daß die auf allopsychischem Gebiet von uns aufgebauten Kausalketten a priori eine rein subjektive Angelegenheit sind und wir von vornherein nicht wissen können, ob unserer inneren Kausalität auch eine solche in der umgebenden Natur entspricht. Es ist unserem Stirnhirn möglich, zweckbedingte Handlungen derart aufzubauen und durchzuführen, daß wir den Erfolg beobachten und gnostisch zu verarbeiten vermögen. Entsprechen die Erfolge unseren Erwartungen, so sprechen wir von Naturregeln oder Naturgesetzen, im andern Falle von „Zufall“. Im Interesse der naturwissenschaftlichen Forschung müssen wir natürlich der Natur unsere Kausalität zuschreiben und als Zufall nur jene Konstellationen gelten lassen, deren Gesetzmäßigkeiten wir eben noch nicht haben erforschen können.

Sind also Instrument und Experiment spezifische Hochleistungen des menschlichen Großhirnmantels, wozu ja auch der Kausalitätsbegriff gehört, so ist auch zu erwarten, daß ihnen ein phasischer Ausdruck zugeordnet ist. Es handelt sich dabei um Ausdrucksformen, die in den Wirbeltiersprachen schon deswegen unmöglich sind, weil sie die genannten Hochleistungen nicht aufbringen können, abgesehen davon, daß diesen Gehirnen auch jene Hirnteile fehlen, die indirekte Ausdrucksweisen (Bühler) ermöglichen würden. Es würde hier zu weit führen, auf diese Ausdrucksformen der höheren Rindenkausalität in den verschiedenen menschlichen Sprachgruppen näher einzugehen. Ich begnüge mich hier mit einer trockenen Aufzählung:

1. Die Kausalform zur Betonung einer einzelnen Ursache, dem Abessiv nahestehend.

2. Die Konsekutivform, betont die einzelne Folge und Wirkung einer Ursache.

3. Die Finalform betont den Kausalnexus selbst und das Ziel, steht dem Adessiv nahe.

4. Die Konditionalform, betont die weitreichende Giltigkeit eines Kausalzusammenhangs. (Abstrahiert vom Locativ des Raumes und der Zeit.

5. Die Konzessivform, ein vorgestellter Kausalnexus, wird in seiner Wirkung negiert.

Besser als lange theoretisch-analytische Auseinandersetzungen wird diese kurze Aufzählung die Vielseitigkeit des Denkinstrumentes der Kausalität und damit die gewaltige Leistungsfähigkeit, zu der es im menschlichen Großhirnmantel entwickelt worden ist, illustrieren.

Heute steht das menschliche Gehirn mit dieser Leistungsfähigkeit förmlich isoliert unter seinen Mitgeschöpfen da. Der Unterschied ist so groß, daß er schon frühzeitig den Menschen angeregt hat, über die „Ursache“ dieser Erscheinung nachzudenken, also das Denkinstrument der Kausalität auf sich selbst anzuwenden. Diesen Bestrebungen verdanken die verschiedenen Schöpfungsmythen ihre Entstehung. Diese bedeuten nicht mehr und nicht weniger als das gefühlsbetonte Erleben der Begriffsbildung „Mensch“ und einen gnostisch tragbaren Aufbau von Kausalketten, um das Erlebnis abzureagieren. Einer Menschheit, die nichts von Gehirnwissenschaften wußte, blieb keine andere Lösung übrig, als sie die Religionen und philosophischen Systeme zu bieten wußten. Diese sind heute kein Erlebnis mehr, sondern das Objekt völkerkundlicher Studien und Wissenschaften. Auch die Darwinsche Selektionstheorie beleuchtet nur einen Teil des Problemes der Menschwerdung. Vom Standpunkte der Gehirnwissenschaft gesehen ist die ganze Frage der Wirbeltierentwicklung eine Frage der Gehirnentwicklung: Die Organisation jeder einzelnen Wirbeltierart mußte zuerst in ihrem Gehirn vorgebildet sein, so daß die Erscheinungsform jeder Gruppe oder jeder Art ein Kompromiß darstellt zwischen den äußeren Bedingungen und den Möglichkeiten der Type. So betrachtet sind alle Säugetiere Großhirnmanteltiere, also Wirbeltiere mit starken Tendenzen zur Entwicklung eines starken Großhirnrindenmantels.

Am stärksten scheint schon am Beginne der Tertiärzeit diese Tendenz bei der Type der Primaten gewesen zu sein, zu der ja auch wir Menschen gehören.

Dazu mußten die embryonalen Ganglienzellteilungen sehr stark vermehrt werden, was offenbar nach Dubois und Versluys bei den meisten Säugetier-typen geschehen ist, um einen gewissen Überschuß zu erzielen, der dann je nach Säugetier-type bestimmten Gehirnteilen zugeteilt werden konnte. Da die Säuge-tiere Großhirnmanteltiere sind, ist offenbar der Überschuß an Ganglienzellen stärker dem Großhirnmantel zugute gekommen. Am schärfsten ist diese Tendenz bei den Primaten zu beobachten. Das ist bei diesen oft so weit gegangen, daß der lebenswichtige Hirnstamm zu wenig mit Ganglienzellen bedacht worden ist. So ist nach Grünthal das Zwischenhirn des Orang bedeutend komplizierter gebaut als das menschliche, seine Großhirnrinde aber enthält nur 3,5 Milliarden Ganglienzellen gegen 14 Milliarden der menschlichen. Die heutigen Menschenaffen sind Restbestände einer ganzen Typenreihe, die sich in die Urwälder unter Entwicklung des Bracchiatorentyps zurückgezogen haben; wir kennen aber auch heute die Überreste zahlreicher Zwischenformen, wie die Proconsulidengruppe und andere, sogar mit aufrechtem Gange. Es ist nun von R. Routil auf Grund seiner Studien daran gedacht worden, daß sie deswegen ausgestorben sind, weil ihre zu einfachen Zwischenhirne eine menschliche Instinktarmut mit sich brachten und andererseits zu wenig Ganglienzellen vorhanden waren, um durch einen entsprechend ausgebauten Großhirnmantel funktionellen Ersatz zu schaffen. So gesehen wären die im morphologischen und funktionellen Aufbau der Zentralnervensysteme begründeten causalen Funktionen ein wichtiger Faktor zur Daseinsbehauptung bei den Wirbeltieren und beim Menschen.

Buchbesprechung

International Abstracts of Biological Sciences. (Bisher British Abstracts of Medical Sciences.) Herausgeber C. C. N. Vass, M. Sc., Ph. D., M. B., Ch. B. Pergamon Press Ltd., London.

Nach kürzlich erfolgter Änderung ihres Titels referieren die „International Abstracts of Biological Sciences“ nunmehr über die in der ganzen Welt erschienenen wissenschaftlichen Arbeiten biologischen Inhalts im weitesten Sinne. Mit Jänner 1957 werden auch aus russischen Schriften Auszüge gebracht.

H. Strouhal

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [61](#)

Autor(en)/Author(s): Exner Robert

Artikel/Article: [Bemerkungen zum kausalen Denken. 33-40](#)