

(Methylalcohol) with marked cerebral changes;
Pathology of cerebral permeability

Virchows Archiv, Bd. 323, S. 442—464 (1953).

Aus dem Anatomischen Laboratorium der Universitäts-Nervenlinik
Göttingen (Prof. EWALD).

**Methylalkoholvergiftung
mit besonders schweren Hirnveränderungen *.**
Ein Beitrag zur Permeabilitätspathologie des Gehirns.

Von

H. ORTHNER.

Mit 6 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. August 1952.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Schilderung des Falles	442
Zur Wirkungsweise des Methylalkohols	450
Versuch einer Deutung der Hirnveränderungen. Vergleich mit den Mark- erweichungen bei Säuglingen und mit der WILSONSchen Krankheit	451
Zur Differentialdiagnose zwischen passivem und aktivem Ödem	459
Ödem und Gliafaserbildung	460

Schilderung des Falles.

Das Krankheitsbild der akuten Methylalkoholvergiftung ist durch einen peripheren Kreislaufkollaps gekennzeichnet, der ungefähr 16 bis 24 Std nach der Einnahme des Giftes auftritt. Gewöhnlich erreicht dieser Kollaps innerhalb weniger Stunden einen kritischen Höhepunkt, in welchem sich das Schicksal des Vergifteten quoad vitam entscheidet. Protrahierte Vergiftungsabläufe sind verhältnismäßig selten.

Nach 124 eigenen Beobachtungen starben die Männer durchschnittlich 39,8, die Frauen 31,5 Std nach dem Trinken. Die längste sicher beobachtete Überlebenszeit betrug 65 Std. Die für Methylalkoholvergiftung charakteristischen Gehirnveränderungen fanden sich vor allem in den protrahierten Fällen.

Im folgenden soll über einen Fall¹ berichtet werden, bei dem der Krankheitsverlauf ganz aus dem Rahmen des bisher Bekannten fällt, da der Tod erst 16 $\frac{1}{2}$ Tage nach der Giftaufnahme eintrat. In dieser langen Überlebenszeit hatten sich besonders schwere Hirnveränderungen ausgebildet.

Wie die sorgfältigen Erhebungen von Herrn Amtsarzt Dr. PRIGGERT ergeben haben, pflegte der 53jährige ostpreussische Flüchtling Ewald K. — früher ange-

* Herrn Prof. Dr. J. HALLERVORDEN zum 70. Geburtstag.

** Mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften und Literatur in Mainz und der deutschen Forschungsgemeinschaft.

¹ Die Überlassung des Gehirns samt allen Daten der Vorgeschichte und des Sektionsbefundes verdanken wir den Herren Prof. RÖSSLE, Berlin-Tempelhof, und Prof. HALLERVORDEN, Gießen; die Krankengeschichte des Wenckebach-Krankenhauses hat Herr Dozent Dr. OETTEL in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

German

Methylalkoholvergiftung mit besonders schweren Hirnveränderungen. 443

lich in leitender Stellung in einer Polizeiverwaltung, außerdem aber mehrere Jahre in einer Likörhandlung, gelernter Drogist, gelernter Kaufmann, Polsterer und Polierer, ein sehr vielseitig interessierter und geschickter Mensch — in letzter Zeit sein immer schon großes Bedürfnis nach Alkohol mit Brennspritus zu stillen. Am Samstag, dem 1. 7. 50 kaufte er sich einen Viertelliter „Sprit“, wovon er am gleichen Abend und am folgenden Vormittag schluckweise in Kaffee trank. (Die spätere Untersuchung der Reste des Getränkes durch Herrn Prof. SCHNETKA ergab, daß ihm nicht Brennspritus, sondern 95%iges Methanol verkauft worden war.) Nach dem Bericht einer Bekannten war K. nicht betrunken und fühlte sich zunächst wohl, bis er am Nachmittag des 2. 7. während eines Spazierganges plötzlich erbrach. Er klagte am 3. 7. über eine Verschwommenheit in den Augen und konnte die Zeitung nicht mehr lesen; am Abend sah er nur noch die großen Gegenstände im Zimmer. Als er am 4. 7. aufwachte, stellte er seine völlige Erblindung fest.

Um 14 Uhr wurde er in die Augenabteilung des *Wenckebach-Krankenhauses* aufgenommen; er atmete schnell und klagte über Luftmangel, doch konnte er die an ihn gerichteten Fragen zunächst beantworten. Er war bereits total amaurotisch. Am Augenhintergrund sah man beiderseits eine weißlich-rot gefärbte, leicht prominente Papille mit einer meßbaren Prominenz von wenigstens 1 Dptr. Die Netzhaut in unmittelbarer Umgebung der Papille war ödematös, die Macula etwas intensiver gerötet als normal, die Venen waren deutlich erweitert und etwas geschlängelt. Neurologisch fiel eine Rigidität der Muskulatur und ein beiderseits leicht auslösbare Fußklonus auf. Der Patient verfiel zusehends und war um 16 Uhr nicht mehr ansprechbar; bei kleinem und frequentem Puls wurde er motorisch unruhig. Dieser bedrohliche Zustand konnte durch energische therapeutische Maßnahmen (reichlich doppeltkohlensaures Natron als intravenöse Infusion und oral, daneben Strophanthin, Kreislaufmittel, Magenspülung, Abführen, Einlauf) zunächst beherrscht werden. Am 5. 7. war K. ruhiger, die Atmung war tief, der Puls frequent, aber gut gefüllt, die Haut leidlich durchblutet. Er wurde durch Sonde ernährt. Der Gefahr einer Pneumonie wurde durch Penicillin vorgebeugt. Der Blutdruck betrug am 5. 7. 155/105, am 6. 7. 170/100 mm Hg. Die Besserung hielt zunächst an. Am 7. 7. bemerkte man im Augenhintergrund an den verwaschenen Papillen eine beginnende weißliche Verfärbung, am 10. 7. waren die Papillen blaß. Die Verwirrtheit und motorische Erregung führten zur Verlegung auf die neurologische Abteilung am 13. 7. Der völlig desorientierte Patient konnte seinen Namen nicht nennen, er antwortete nicht auf Anrede und verließ immer wieder das Bett. Sobald man ihn irgendwo hinsetzte, begann er Stuhl und Urin unter sich zu lassen. In den folgenden Tagen schritt die Demenz weiter fort und führte zu der Vermutung einer Hirnerweichung. Neurologisch war kein abweichender Befund zu erheben. Im lumbalen Liquor wurde am 17. 7. eine geringe Eiweißhöhung und Zellvermehrung (23/3) festgestellt. Die Wa.R. in Blut und Liquor war negativ. Bis zu dem am 18. 7. um 6⁰⁵ Uhr erfolgten Tod wechselten Somnolenz mit Unruhe und Erregung ab.

Die 28 Std später im Pathologischen Institut (Prof. RÖSSLE) vorgenommene Sektion der 178 cm langen, 60,9 kg schweren Leiche ergab unter anderem eine beginnende beiderseitige blutige Anschoppung der Lungenunterlappen bei schleimiger Tracheobronchitis, Erschlaffung des Herzens mit Dilatation beider Kammern, Blutstauung der Nieren und eine Erschlaffung der Milz. Die Leber stand etwa fingerbreit unterhalb des Rippenbogens. Sie war mit 1600 g etwas überdurchschnittlich schwer und zeigte außer den Zeichen der Blutstauung nichts besonderes. Histologische Untersuchungen der Körperorgane sind nicht erfolgt.

Das formelgehärtete, zur Bearbeitung übersandte Gehirn zeigt äußerlich eine vermehrte venöse und capillare Blutfülle der Meningen und eine geringfügige,

das Altersübliche nicht überschreitende Arteriosklerose der basalen Schlagadern, Abgeplattete Hirnwindungen, Einengung der Zisternen und stärker einschneidende Tentoriumfurchen (Abb. 4) weisen auf erhöhten Hirndruck hin. Frontalschnitte ergeben normal weite innere Liquorräume und das überraschende Bild *ausgedehnter, annähernd symmetrisch angeordneter Nekrosen, die einen Großteil des Marks ergriffen haben*. Im einzelnen handelt es sich um folgende Herde: Auf einem

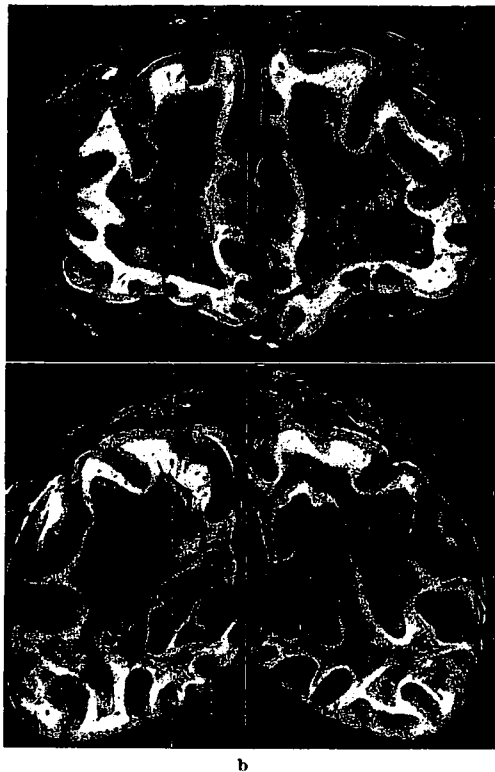


Abb. 1 a u. b. Scharf begrenzte, von Blutungen durchsetzte Nekrosen des zentralen Marks der Stirn- (a) und Hinterhauptslappen (b). 0,6:1.

Frontalschnitt 2,8 cm hinter den Stirnpolen ist das zentrale Mark größtenteils zerstört. Die Nekrosen sind gegenüber den subcorticalen Markschichten ganz scharf begrenzt, so daß die Rinde und die darunter gelegene U-Faserung nirgends ergriffen ist (Abb. 1a). Die scharfe Grenze zwischen der Nekrose und dem erhaltenen Gewebe ist oft durch eine spaltförmige Blutung markiert, und bei artifizierlicher Erweiterung dieses Spaltes besteht der Eindruck einer Sequestrierung. Das nekrotische Gewebe ist grau, zum Teil bröckelig, körnig und von vielen größeren und kleineren Blutungen durchsetzt. Weitere Schnitte durch die Stirnpole ergeben, daß diese Nekrose beiderseits das zentrale Mark fast ganz erfüllt, die U-Faserung aber überall intakt läßt. Die Nekrosen setzen sich zunächst kontinuierlich nach rückwärts fort, wo sie die dorsal vom Balken gelegenen

Hälften des zentralen Marks symmetrisch ergriffen haben, während der Balken, die basalen Markgebiete und die gesamte Rinde samt U-Faserung unverändert sind; im hinteren Frontalgebiet beschränken sie sich auf das Mark unterhalb der beiden an die Mantelkante anschließenden Windungen. Die Scheitellappen enthalten in dem ödematösen Mark ähnliche, etwas kleinere, teils zusammenhängende, teils getrennte, scharf abgesetzte Herde. In den Hinterhauptslappen (Abb. 1b) ist wiederum der größte Teil des zentralen Marks von scharfrandigen sequestrierten Zerstörungen erfüllt. Die Schläfenlappen enthalten ganz ähnliche symmetrische Herde; sie setzen sich in die basalen Gebiete der Hinterhauptslappen fort und vereinigen sich dort teilweise mit den dorsalen Nekrosen. Zwischen



Abb. 2. Symmetrische, teils blutige, scharf begrenzte Nekrosenherde im Gebiet des lateralen Putamen und im Mark des Schläfen- und Scheitellappens. 0,6:1.

basaler und dorsaler Nekrosengruppe liegt im Bereich der Stammganglien ein drittes Nekrosenpaar, das *laterale Putamenanteile* und die anschließende äußere Kapsel ergriffen hat (Abb. 2). Auch diese Herde sind gegen die Umgebung scharf abgesetzt. Die nicht ergriffenen Markgebiete zeigen vermehrte Blutfülle und ödematöse Schwellung. Zwei weitere kleine Herde sitzen im zentralen Mark der Kleinhirnhemisphäre (Abb. 3). Graue Substanz ist, abgesehen von den Putamenherden, nirgends ergriffen, auch reichen die Nekrosen an keine Stelle an die äußeren oder inneren Liquorräume heran.

Histologisch ist bei Markscheidenfärbung im Umkreis der Nekrosen eine *ödematöse Gewebesauflockerung* zu erkennen. Am ausgeprägtesten ist dieses Ödem im lateralen Bereich der Putamenherde, wo die gesamte (Gegend von äußerer und äußerster Kapsel und des dazwischengelegenen Claustrum eine erhebliche Aufhellung und Verbreiterung erfahren hat. Das medial an die Herde angrenzende Putamengewebe zeigt hingegen keine Veränderung (Abb. 4). Schon geringer ist der Ödemsaum um die großen Nekrosen in den Stirnlappen. Um die Herde in den Schläfen- und Hinterhauptslappen und im Kleinhirn (Abb. 3) verläuft nur eine schmale aufgelockerte Zone. Mikroskopisch sieht man im Bereich der Aufhellungen an den Markfasern vielfach voluminöse wabige Schwellungen und krümeligen Zerfall; im allgemeinen kommt die Aufhellung aber weniger durch

Markscheidenuntergang als durch ödembedingte Auseinanderdrängung des Markfaserfilzes zustande.

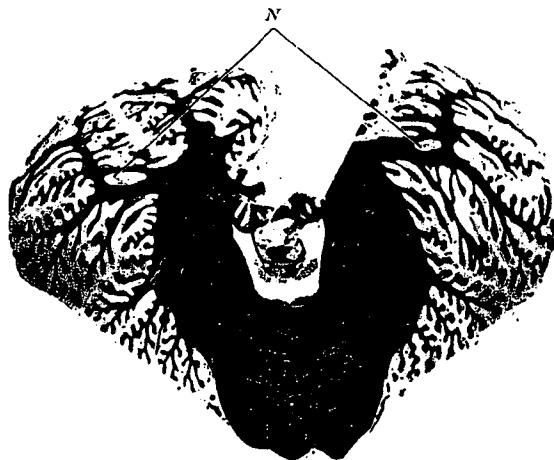


Abb. 3. Symmetrische Nekrosen im Mark der Kleinhirnhemisphären (N). Nur geringes Ödem am Rand der scharf begrenzten Herde. HEIDENHAIN-WÖLKE, 0,8:1.

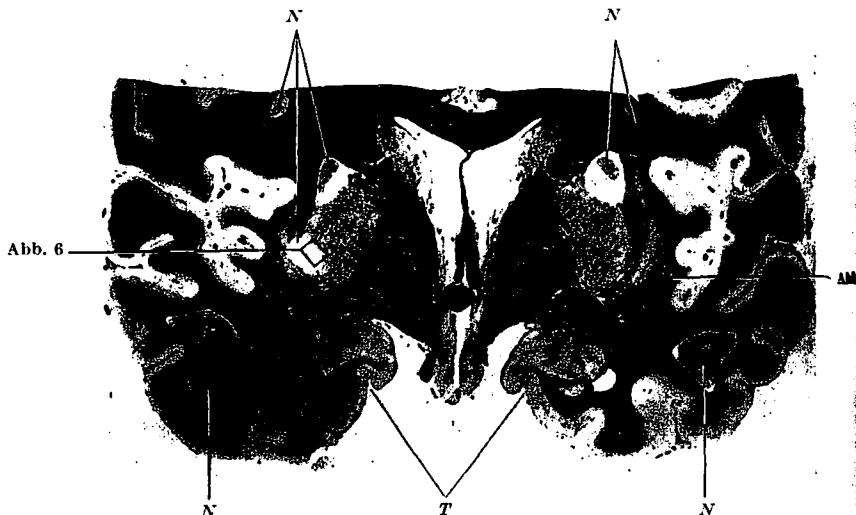


Abb. 4. Links sind zwei, rechts ist ein scharf begrenzter Nekroseherd (N) im lateralen Putamen innerhalb eines starken Ödembezirks getroffen. Die Ausläufer der Stirnhirnerde haben ebenfalls einen breiteren, die großen, völlig sequestrierten Nekrosen in den Schläfenlappen nur einen geringen Ödemsaum. T Tief einschneidende Tentoriumfurchen. HEIDENHAIN-WÖLKE, 0,9:1.

Das Blutplasma ist bei van Gieson-Färbung hellbraun gefärbt. In den aufgelockerten Markgebieten sieht man es vielfach außerhalb der Gefäßlumina; und zwar sind fast ausschließlich kleine Arterien und Präcapillaren von Plasma-

extravasaten umgeben, viel weniger die Capillaren und fast gar nicht die Venen. Das Plasma liegt zum größten Teil innerhalb der erweiterten VIRCHOW-ROBIN-
sehen Räume. An vielen Stellen hat es aber die Grenzmembran überschritten und die Glia-kammerräume erfüllt (Abb. 5a), von wo mitunter bräunliche Schlieren in das graugrün getönte Netzwerk des aufgelockerten Marks hineinziehen. Diese periarteriellen Plasmaextravasate finden sich nur an jenen Hirnstellen, die durch diffuse feinporige Auflockerung des Grundgewebes ein Ödem anzeigen, stehen also in deutlicher Beziehung zum Ödem. Die Ödemflüssigkeit selbst ist jedoch ungefärbt. Innerhalb der mesodermalen Räume bildet das Plasma eine von wenigen hellen Bläschen durchsetzte homogene Masse; hat es die Glia-grenzmembran überschritten, dann ist es von zahlreichen Vacuolen durchsetzt (Abb. 5a); es scheint, als ob farbloses Wasser in Form dieser Bläschen das Blutplasma verläßt. Indessen, nur die Minderzahl der Arterien und Präcapillaren weist Plasmaextravasate auf; die meisten perivascularären Räume sind farblos erweitert, also von eiweißarmer Ödemflüssigkeit erfüllt.

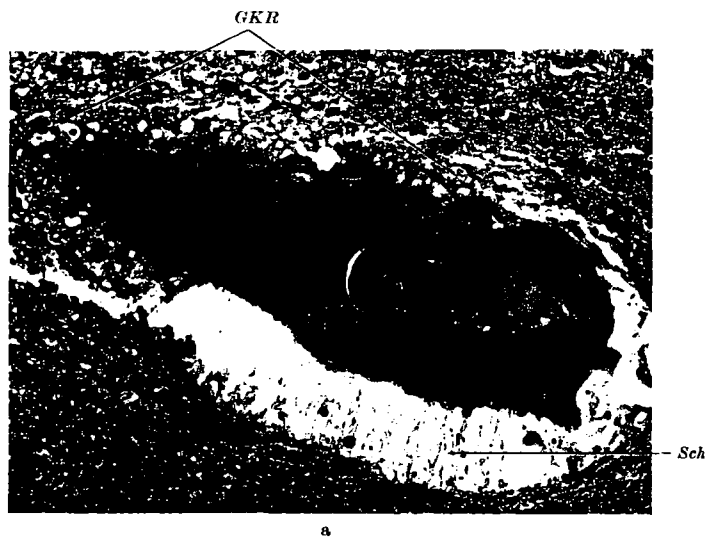
Recht zahlreich liegen im Mark des Großhirns, Kleinhirns und Hirnstamms jene blasigen, im Zentrum oft eine Capillare aufweisenden Gebilde verstreut, wie von JACOB (1939b, Abb. 7) und uns (Abb. 22) bereits beschrieben. Da in Ödemgehirnen besonders häufig auftretend und auch in diesem Falle an den Ödemprä-dilektionsstellen deutlich konzentriert, dürften sie in irgendeinem Zusammenhang mit dem Ödem stehen, obwohl eine postmortale artifizielle Genese nach Art der „BUSCAINOSCHEN Schollen“ wahrscheinlich ist. Der Inhalt dieser Gebilde ist im van Gieson-Präparat wenig oder nicht gefärbt.

In der Kleinhirnrinde gewahrt man mit Vorliebe an den Windungskuppen eine blasige oder diffuse Auflockerung der Lamina dissecans, wie sie MEYER (1949) beschrieben hat, jedoch nur mäßigen Grades. Hier ist die Ödemflüssigkeit im van Gieson-Bild farblos.

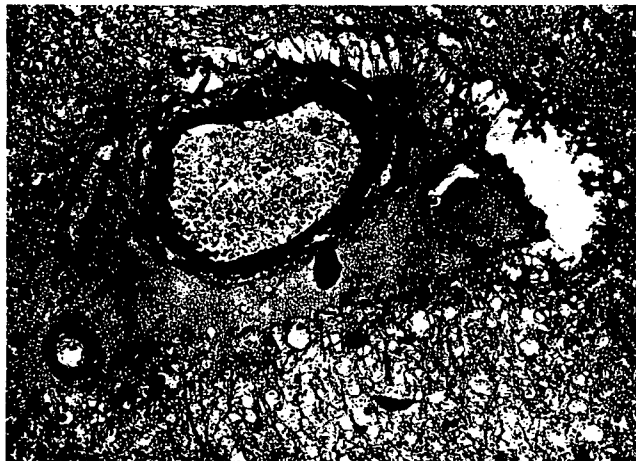
Die Holzer-Färbung, die bekanntlich nicht nur Gliafasern, sondern auch Fibrinfäden zur Darstellung bringt, zeigt die Randgebiete des Ödems von feinen Fäden durchzogen. Die Stellen stärkeren Ödems und die Nekrosen sind hingegen frei von Holzer-Fasern. Das pathologische Fasernetz in den Ödemrand-zonen scheint vielfach an Gefäßen mit Plasmaextravasaten zu entspringen, von deren Grenzmembran feine Fäden radiär ausstrahlen (Abb. 5b). Einzelne Fäden sind auf weite Strecken ohne jede Berührung mit Gliazellen zu verfolgen, andere liegen den Makrogliazellen tangential an oder scheinen von diesen auszugehen, dadurch sog. „Spinnenzellen“ bildend. Besonders dicht ist dieser Faserfilz im Umkreis der Vasae lenticulares an der Basis der Putamina, ohne daß irgendeine Zellvermehrung bemerkbar wäre. Die normale Gliafaserdeckschicht an der inneren und äußeren Oberfläche des Gehirns erscheint verstärkt. Sog. Corpora amylacea, die WILKE als großtöpfige, der Holzer-Faserbildung zugeordnete Niederschlags-bildungen auffaßt, finden sich neben der Faservermehrung an den genannten Orten in mäßigen Mengen, am reichlichsten in dem dichten, die großen subependy-malen Venen umgebenden Filz.

Je mehr man sich den Nekrosen nähert, desto stärker werden die Plasmaextravasate. Schließlich stößt man auf mehr oder weniger breite, von Plasma erfüllte Gräben und Seen, durch die das nekrotische Gewebe vielfach von der bloß ödemgeschädigten, aber nicht zerstörten Umgebung abgesetzt ist.

Im Zellbild sind die Veränderungen außerhalb der unmittelbaren Umgebung der Nekrosen gering. Die Astrocytenkerne der zentralen grauen Gebiete erscheinen mitunter etwas groß und hell, doch kommen eigentliche „Alzheimer“-Typen nicht vor. Auch das nervöse Parenchym ist unverändert, insbesondere fehlen im ganzen Gehirn hypoxämische Veränderungen. In den tiefen ödemnahen



a



b

Abb. 5 a u. b. Arterien aus der in Abb. 4 bezeichneten Gegend. a v. GIESON, 170:1. Der stark erweiterte VIRCHOW-ROBINSCHE Raum enthält eine ockerbraune Plasmasmasse. Bei *GKR* hat das Plasma die Grenzmembran überschritten und erfüllt, von farblosen Vacuolen durchsetzt, die Gliakammerräume. *Sch* Artifiziereller Schrumpfraum. b HOLZER, 180:1. Die Plasmasmasse innerhalb des VIRCHOW-ROBINSCHE Raumes hat einen homogen-hellblauen Ton. Von den teils ebenfalls mit Plasma erfüllten Gliakammerräumen ziehen Fibrinfäden radiär in das ödematöse Hirngewebe hinein.

Rindenschichten, insbesondere den Windungstätern der Inselrinde sieht man einige undeutliche lamelläre und perivascularäre Erweichungen. Auch in den außerhalb der unmittelbaren Nekroseumgebung liegenden Putamengebieten fehlen eindeutige Veränderungen. Die kleinen und großen Striatumzellen sind normal dicht gelagert und weisen keine Formveränderungen auf.

Erst wenn man sich den Nekrosen auf weniger als 1 mm nähert, sieht man an den Nervenzellen des Putamen und Claustrum — andere graue Gebiete liegen nicht im Nekrosebereich — die für Ödem charakteristischen Degenerations-



Abb. 6. Ausschnitt aus einem Nachbarschnitt von Abb. 1. Die gegen die Umgebung durch einen blassen Saum scharf abgesetzte Nekrose ist von zahlreichen mit Plasmazellen infiltrierten Gefäßen durchwuchert und von Körnchenzellen übersät. NISSL, 26:1.

erscheinungen der Quellung und des vacuoligen Cytoplasmazerfalls (SCHOLZ) mit Ablassen und Verschwinden der ganzen Zelle, gewöhnlich ohne deutliche chromatokinetische Erscheinungen am Zellkern. Gleichzeitig vermehren sich die Astrocyten etwas, sie haben einen vergrößerten, im Nißl-Bild gut sichtbaren, aber unscharf begrenzten Zelleib und stehen oft in kleinen Gruppen beisammen. Proliferierte Stäbchenzellen sieht man nur gelegentlich. Die Kerne der Oligodendroglia sind vielfach pyknotisch; die von ZÜLCH beschriebene acidophile Schwellung des Zelleibs kommt nicht vor. Die Gefäße werden in diesem ödematösen Randgebiet der Nekrose plötzlich weiter, ihre Endothelzellen sind vergrößert, saftig, aktiviert. Plasmazellen haben die adventitiellen Räume infiltriert, teilweise auch die Gefäße verlassen und liegen als Wanderzellen frei im Gewebe.

Der Beginn der *Nekrose* ist durch einen blassen Saum (Abb. 6) gekennzeichnet, in welchem regressive Umwandlungen der Nervenzellen und der Glia (amöboide Veränderung) das Bild beherrschen. Dieser Saum wird von den aktivierten

Gefäßen vielfach überbrückt. Durch die alsbald schlagartig einsetzenden heftigen mesenchymalen Reaktionen sind die Grenzen der Zerstörungsherde auch dort ganz scharf, wo keine Sequestrierung durch Blutungen oder Plasmaextravasate erfolgt ist. Es handelt sich um sog. *Kolliquationsnekrosen*, also Erweichungsherde, die von zahlreichen saftigen, fast ausschließlich von Plasmazellen infiltrierten Capillarsprossen durchwuchert sind. Das Grundgewebe ist übersät von großen oft mehrkernigen Körnchenzellen überwiegend mesodermalen Ursprungs, die bei Fettfärbung einen ganz feinen sudanophilen Staub im Zelleib erkennen lassen. Zahlreiche Plasmazellen sieht man auch frei im Gewebe, seltener Lymphocyten; polymorphkernige Leukocyten fehlen vollkommen. Breite Straßen und Pfützen von Plasmaergüssen, auch hier vielfach im Anschluß an kleine Arterien, durchziehen die Herde. An vielen Stellen überdecken umfangreiche frische Blutungen das Bild. Die Nervenzellen in den Putamenherden sind restlos untergegangen, die Markfasern stark abgeblaßt und in krümeliger Auflösung. Die Glia scheint an den Abbauvorgängen nur wenig und nur an den Rändern beteiligt zu sein. Diese feingewebliche Struktur ist in sämtlichen Nekrosen im wesentlichen gleichförmig.

Es handelt sich also bei dem 16½ Tage nach Methylalkoholvergiftung verstorbenen 53jährigen Mann um symmetrische, in den Zentren der Markgebiete des Groß- und Kleinhirns gelegene, scharf begrenzte, in heftiger mesenchymaler Organisation begriffene Erweichungsherde, die von verschieden breiten ödemgeschädigten Bezirken umgeben sind.

Die *Tractus optici* zeigen bei Markscheidenfärbung keine Auffhellung, auch keinen Fettabbau. Sie sind ziemlich reichlich von Holzer-Fasern durchzogen; die Glia ist etwas vermehrt und aktiviert. Die Achsenzylinder erscheinen im Silberpräparat im Vergleich zu Normalpräparaten deutlich gelichtet, vielfach mit kleinen Auftreibungen versehen und in krümeligen Zerfall begriffen.

Zur Wirkungsweise des Methylalkohols.

Die Giftigkeit des Methylalkohols beruht, wie a. a. O. ausführlich dargelegt, vermutlich auf seiner Umwandlung in *Formaldehyd* innerhalb des Körpers durch fermentative Oxydation. KEESER und VINCKE haben wahrscheinlich gemacht, daß dieser Prozeß durch eine im Lebergewebe nachgewiesene Methylalkoholoxydase katalysiert wird. Die verhältnismäßige Trägheit seines Ablaufs bedingt die charakteristische Latenzzeit im klinischen Vergiftungsbild. Der Formaldehyd ist chemisch viel reaktionsfähiger als Methylalkohol; er hat vor allem eine starke eiweißfällende Wirkung.

Von der *Formolfixierung* her ist bekannt, in welcher Weise Formaldehyd auf organische Stoffe einwirkt. Es kommt zu einer *Methylierung der Aminosäuren der Proteine*, die dadurch ihre basischen Valenzen verlieren. Die H-Ionenkonzentration steigt an, worauf das allmähliche Sauerwerden des organische Präparate fixierenden Formalins im wesentlichen zurückzuführen ist.

Die Methylalkoholvergiftung ist, wie von vielen Seiten (s. KROL, KEESER und ALBERTI, MOESCHLIN) beobachtet, mit einer erheblichen *Acidose* verbunden. Die im Blut zur Säurebindung verfügbaren basischen

Valenzen (Alkalireserve), normalerweise zwischen 50—70 Vol.-%, können nach ROE (1946) bis auf 10 Vol.-% absinken. Vielleicht beruht diese Übersäuerung des Organismus ebenfalls mit auf einer Methylierung der Aminosäuren.

ROE (1943) erklärt die Acidose hauptsächlich mit vermehrter *Milchsäurebildung*, verursacht durch Oxydationshemmung, da der Methylalkohol oder seine Oxydationsprodukte nach C. EGG durch Bindung der Ferroionen die Atmungskatalysatoren lähme. — Ein weiteres Eingehen auf das Wesen der Acidose kann hier unterbleiben.

Acidose und Ödem kommen bei ätiologisch verschiedenen Zuständen gemeinsam vor. So erklärt man das Sauerwerden kreislaufbedingter Ödeme mit Milchsäureanreicherung infolge mangelnden Abtransportes dieser Stoffwechselschlacke. Bei der Hirnerschütterung haben PETERS und SELBACH schon wenige Minuten nach der Einwirkung sowohl eine anatomisch erkennbare Permeabilitätssteigerung als auch eine Abnahme der Neutralisationsfähigkeit des Gewebes gegenüber zusätzlicher Säurebelastung festgestellt. Auch hier scheint die — durch das Trauma möglicherweise reflektorisch ausgelöste — Kreislaufstörung das Primäre zu sein. Bei der Methylalkoholvergiftung kommt die Übersäuerung des Organismus offenbar zunächst unabhängig vom Kreislauf als Folge der erwähnten endogenen Säurebildung zustande. Die Permeabilitätsstörung, die ihrerseits wiederum die Gewebsatmung behindert und dadurch die Säuerung fördert, könnte als Folge des durch die Säuerung gestörten Gewebeschemismus aufgefaßt werden. Ob man freilich das ganze Krankheitsbild mit ROE lediglich als Folge der Acidose betrachten darf, steht dahin.

Denn nach SCHADE wirkt Acidose auf die Bindegewebskolloide eher entquellend. SELBACH konnte indessen eine Volumenzunahme des Gehirns nicht nur im alkalischen, sondern auch im sauren Milieu nachweisen. Osmotische Vorgänge an den Zellmembranen und Quellungsantagonismen zwischen den verschiedenen Grundsubstanzen werden zur Erklärung herangezogen.

Als sich in unserem Falle gegen Ende des dritten Vergiftungstages der übliche schwere Kreislaufkollaps einstellte, scheint die sofort einsetzende energische *Alkalibehandlung* zusammen mit den anderen Maßnahmen zunächst lebensrettende Wirkung gehabt zu haben. Die Entstehung der irreversiblen Gehirnschäden konnte nicht mehr verhindert werden, so daß es über die Ausbildung eines schweren Dämmerzustandes und einer Lungenentzündung am 17. Tage doch noch zum tödlichen Ende kam.

Versuch einer Deutung der Hirnveränderungen.

Wie soll man sich die Entstehung der symmetrischen Kolliquationsnekrosen erklären? Bisher wurden bei Methylalkoholvergiftung nur Nekrosen beschrieben, die auf das Putamen beschränkt waren; das

übrige Gehirn wies lediglich ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Ödem auf. Allerdings sind Fälle, in denen die Giftaufnahme so lange überlebt wurde, bisher nicht bekanntgeworden. Von den eigenen früheren Untersuchungen nähert sich der in Abb. 20 und 21 der Monographie gezeigte Fall 106 (in welchem die Überlebenszeit nicht bekannt ist) der jetzigen Beobachtung noch am meisten: Besonders umfangreiche blutige Putamennekrosen, verbunden mit einem starken, von deutlichem Hirndruck begleiteten das Ödem. Daß aber auch in diesem Falle der Tod in wenigen Tagen eingetreten sein muß, bewies die histologische Untersuchung: Noch keine Organisation durch Körnchenzellen und Capillarsprossen.

Mithin fällt die jetzige Beobachtung mit ihren großen, in heftiger mesenchymaler Organisation begriffenen Marknekrosen unter völliger Verschonung der Rinde ganz aus dem Rahmen des bisher Gesehenen. Auf der Suche nach ähnlichen Vorkommnissen wird man an die Befunde bei der *WILSONschen Krankheit* erinnert. WILSON beschrieb 1912 noch einen Prozeß, der sich im wesentlichen auf die Putamina beschränkte. Spätere Untersuchungen zeigten, daß *symmetrische Markzerstörungen* nicht selten gleichzeitig mit den Putamenherden (und geringeren Veränderungen in anderen Grisea) vorkommen (BARNES und HURST, BIELSCHOWSKY und HALLERVORDEN, EICKE, KONOWALOW). Eine gewisse Ähnlichkeit in der Lokalisation der Veränderungen bei manchen Wilson-Fällen mit unserer Beobachtung ist unverkennbar.

Häufiger als beim Erwachsenen sind *symmetrische Erweichungen der großen Marklager im Säuglingsalter* mit Ausgang in „Rindenblasen-Porencephalie“. Diese ätiologisch und pathologisch noch ganz unklaren Prozesse haben — bei aller durch die Reaktionsweise des unreifen Gewebes bedingten Verschiedenheit —, mit unserem Fall wiederum den Untergang großer Markgebiete bei primärem Erhaltenbleiben der Rinde gemeinsam.

Daß die *Prozessausbreitung der Markherde* in unserem Falle nicht irgendwelchen arteriellen Versorgungsbereichen entspricht, ist auf den ersten Blick (Abb. 1—3) zu sehen. Dasselbe kann man von den Markzerstörungen bei M. Wilson und bei den hier gemeinten symmetrischen Markerweichungen im Säuglingsalter sagen.

Man kann zwei Typen *symmetrischer Erweichungen bei Säuglingen* unterscheiden: Einmal solche, die sich eng an die Seitenventrikel anschließen und nähere Zuflußgebiete zur V. terminalis betreffen; mit SCHWARTZ wird man sie als Geburtsverletzung, und zwar als Stauungsfolge im Bereich der inneren Hirnvenen deuten können. Bei der zweiten Gruppe spricht nichts für unmittelbare Verursachung durch Stauung im V. Galeni-Gebiet; die Ventrikelumgebung und die Stammganglien sind überwiegend intakt; erweicht finden sich die subcorticalen Marklager. Schon der von VIRCHOW sezierte Fall wies diese Lokalisation auf. Ähnliche Fälle haben unter anderen DAHLMANN, MEIER, EDINGER und FISCHER, SCHWARTZ

(Abb. 52 und 55), SCHOB, STERNBERG, JAKOB, DIAMOND, HALLERVORDEN (1939b, Abb. 9), WINKELMAN und MOORE, STEVENSON und MCGOWAN, LUMSDEN, NEGRIN und Mitarbeiter beschrieben; geringe Grade dieses Prozesses erscheinen möglicherweise als diffuse Gliaverfettung (NEUBÜRGER); vielfach schreitet die Zerstörung rindenwärts fort und vernichtet die gesamte funktionstragende Rinde, wobei aber die durch eine hochgradige Gliose veränderte Molekularschicht erhalten bleibt. Das Gemeinsame liegt in dem überwiegenden Intaktbleiben der näheren Zuflußgebiete zur V. terminalis. Diese Lokalisation berechtigt zu einem Vergleich mit unserem Fall.

Wegen der Verschonung der Rinde ist auch eine Entstehung unserer Herde durch Abflußbehinderung nach den Oberflächenvenen hin abzulehnen; überdies fehlen die von den Sinusthrombosen her bekannten Stauungsblutungen. Mithin erscheint es *unmöglich, die Herde unmittelbar auf Kreislaufstörungen arterieller oder venöser Natur zu beziehen*. Dasselbe möchten wir auch für die erwähnten Vergleichsprozesse annehmen.

Will man einer Erklärung dieser eigenartigen Herde näher kommen, so lohnt es sich, auf die Verhältnisse beim allgemeinen, insbesondere toxisch bedingten *Hirnödem* einzugehen. Die Arbeiten von GRINKER, JABUREK, JACOB, GREENFIELD, ZÜLCH, BECKMANN, SCHOLZ, PENTSCHEW u. a. haben eine besondere *Ödemereitschaft der großen Hemisphärenmarklager* ergeben. Wie schon in der Monographie berichtet, ist auch bei Methylalkoholvergiftung ein allgemeines Hirnödem neben den spezifischen Veränderungen in wechselndem Maße nachweisbar, und auch dieses Ödem bevorzugt die subcorticalen Zonen. Beschäftigt man sich mit der Lokalisation näher, dann findet man, daß die *rindennahen Markgebiete* besonders stark vom Ödem ergriffen sind, aber oft unter Verschonung der U-Faserung; man bemerkt ferner, daß die *Polgebiete*, also die Marklager der Stirn-, Schläfen- und Hinterhauptspole und im Zentral- und Scheitelgebiet das unmittelbar unter der Mantelkante gelegene Mark vielfach die stärkste Ödemauflöckerung aufweisen.

Diese Lokalisation kann man aus den örtlichen Kreislaufverhältnissen erklären: 1. Die angioarchitektonischen Bilder von PFEIFER, die Messungen von WOLFF u. a. zeigen eine erheblich stärkere Vascularisierung der grauen Gebiete gegenüber dem Mark. Die bessere Durchblutung dient dem höheren Stoffbedarf. Der Gefäßreichtum bedingt gleichzeitig, daß überschüssige Gewebsflüssigkeit aus den grauen Gebieten rascher resorbiert und abgeleitet werden kann. 2. PFEIFER lehnt zwar eine Trennung in Rinden- und Markgefäße ab, da das Gefäßsystem des Gehirns ein zusammenhängendes Netz darstellt. Nach den schönen Farbstoffversuchen von BERTRAND kann indessen kein Zweifel darüber bestehen, daß der größte Teil des Hemisphärenmarks normalerweise Quellgebiet der inneren Hirnvenen ist, während die Rinde fast ausschließlich von den Subarachnoidalvenen der Konvexität drainiert

wird. Es ergibt sich daraus eine im allgemeinen in den subcorticalen Markschichten gelegene „Wasserscheide“. Manchmal verläuft die Wasserscheide unmittelbar unter der tiefsten Rindenschicht, also im Bereich der U-Faserung, meist aber etwas tiefer im Mark.

Ein Sumpf ist dort am leichtesten trocken zu legen, wo die Drainagegräben am dichtesten gezogen wurden. Ist die Drainierung gleich dicht, dann bleibt das Zentrum des Sumpfes, also die Wasserscheide, am längsten feucht. Dieses Bild läßt sich auf das Hirnödem dann anwenden, wenn man davon ausgeht, daß die Flüssigkeitsvermehrung das Gehirn ohne besondere Ortswahl gleichmäßig betroffen hat und es sich um ein *passives* Ödem handelt, d. h., daß es Folge einer Gefäßstörung, nicht Reaktion auf einen Gewebsschaden (seröse Entzündung) ist. Unter dieser Voraussetzung wird die Aufsaugung überschüssiger Gewebsflüssigkeit aus dem Mark länger brauchen als aus den Grisea; und unter den Markgebieten werden wiederum die Wasserscheidenzonen am längsten feucht bleiben. *Unseres Erachtens neigen die rindennahen Markgebiete und das Mark der Polbereiche deshalb am meisten zu ödematöser Durchfeuchtung, weil sie Wasserscheidenzonen darstellen, die hinsichtlich der Drainage am ungünstigsten liegen.*

Man muß im Auge behalten, daß diese „Wasserscheide“ keine starre Linie, sondern lediglich eine Funktion des Druckgefälles innerhalb der Gehirnvenen darstellt. Steigt z. B. der Druck in den inneren Hirnvenen an, dann fließt das Blut aus größeren Markgebieten in die Oberflächenvenen ab, die Wasserscheide rückt nach innen. Wird der Druck in den äußeren Hirnvenen größer, dann wächst das Zuflußgebiet der inneren Venen, und die Wasserscheide rückt bis an die Rinde vor. *Stauungsblutaustritte bei Venenthrombosen betreffen niemals das gesamte Quellgebiet, sondern nur soweit eine Verschiebung der Wasserscheide nach dem Ort des Verschlusses trotz aller Anastomosen nicht mehr möglich ist.*

Diese Beweglichkeit der Wasserscheide — ein Ausdruck des Netzcharakters der Gehirngefäße — dürfte bei manchen Besonderheiten in der Ödemlokalisierung eine Rolle spielen. Wenn z. B. MEYER (1950, Abb. 8) in einem Falle von subchronischer Meningitis eine ödematöse Auflockerung fand, die das Gebiet der U-Faserung bevorzugte, dann könnte diese Lokalisation durch eine Verlagerung der Wasserscheide rindenwärts infolge einer Abflußbehinderung nach den Oberflächenvenen hin durch den meningitischen Prozeß zustande gekommen sein. Die gleiche Lokalisation in den Fällen von „Ödemkrankheit“ bei Kleinkindern (v. BOGAERT und BERTRAND, MEYER) läßt an einen ähnlichen Mechanismus denken, wenngleich ein Anhalt fehlt, daß die von MEYER angenommene Rückstauung stärker von der Oberfläche als von den inneren Hirnvenen her wirkte. Wahrscheinlich bedarf es nur geringer Druckdifferenzen, um die Wasserscheide innerhalb des Marks hin und her wandern zu lassen.

Die Marknekrosen in unserem Falle liegen in den physiologischen Wasserscheidenzonen, in jenen Gebieten, wo nach den obigen Darlegungen die Drainage überschüssiger Gewebsflüssigkeit am schwersten möglich ist. Man muß daher die Frage prüfen, ob diese Nekrosen Folgeerscheinungen eines besonders intensiven Hirnödems sein können. Hier versagt nun der Vergleich mit den bisher bekannten Ödemfolgen

bei Erwachsenen weitgehend. Denn die diffusen Markdestruktionen, die verschiedentlich nach protrahierter CO-Vergiftung gefunden wurden und die JACOB mit Recht als Ödemfolgen anspricht, zeigen zwar eine ähnliche Lokalisation, stellen aber viel schleichendere und unscharf begrenzte Prozesse dar; es handelt sich um unvollständige Nekrosen. In dem von BECKMANN beschriebenen Fall einer Ödemnekrose bei subakuter Nephritis war die Zerstörung zwar hochgradiger, hatte aber ebenfalls keine nennenswerte mesenchymale Reaktion auf den Plan gerufen. Unsere scharf begrenzten und in heftiger mesenchymaler Organisation begriffenen Totalnekrosen würden unter den Folgezuständen des allgemeinen Hirnödems ein völliges Novum darstellen. Dennoch erscheint uns diese Erklärung am plausibelsten. Es handelt sich ja auch um einen höchst ungewöhnlichen Fall, da die Methylalkoholvergiftung mit ihrer hochgradigen Verschiebung des Gewebchemismus nach der sauren Seite, soweit im Schrifttum festgehalten, noch nie so protrahiert verlaufen ist. Irgendwelche Umstände haben den auf der Höhe der Giftwirkung gewöhnlich eintretenden Kreislaufkollaps überwinden lassen; man muß annehmen, daß richtige „Ödemsümpfe“ in den Wasserscheidenzonen des Gehirns längere Zeit liegen geblieben sind und das Gewebe zur Erstickung gebracht haben. Als sich dann der Kreislauf wieder erholte, hat die Demarkation des abgestorbenen Gewebes und die mesenchymale Organisation wie bei anderen Nekrosen eingesetzt, und es ist in der Umgebung nur ein mehr oder weniger breiter Streifen ödematöser Auflockerung im Sinne der unvollständigen Ödemnekrose von JACOB bestehen geblieben. Wir stellen daher die Auffassung zur Diskussion, daß es sich bei den Nekrosen in den Großhirnmarklagern um Folgeerscheinungen eines hochgradigen toxischen Hirnödems, um vollständige Ödemnekrosen handelt, die den unvollständigen Ödemnekrosen von GRINKER, JACOB, BECKMANN u. a. an die Seite zu stellen wären.

Eine gewisse Stütze erfährt diese Auffassung, wenn man die schon erwähnten Prozesse bei Säuglingen und Kleinkindern kritisch betrachtet. Die Gefäßpermeabilität ist beim Kind größer als beim Erwachsenen (BEHNSEN), die Ödemneigung des Gehirns entsprechend stärker. Das Endhirn ist noch weniger lebenswichtig. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit, daß durch hochgradiges Ödem Zerstörungen verursacht und länger überlebt werden, bedeutend höher. Die Lokalisation in den „Wasserscheidenzonen“, das Freibleiben der engeren Zuflußgebiete sowohl der Oberflächen- als auch der Tiefenvenen läßt eine Erklärung durch einfache Stauung während der Geburt recht unbefriedigend erscheinen, zumal in vielen Fällen auch nach dem klinischen Verlauf eine solche Pathogenese unwahrscheinlich ist. Die Erklärung durch allgemeine „Hypoxydose“ versagt bei dem weitgehenden Freibleiben des nervösen Parenchyms vollends. Eine Diskussion dieser Fragen soll a. a. O. erfolgen. Hier sei nur hervorgehoben, daß unseres Erachtens die ventrikelferne diffuse Markerverweichung beim Säugling mit Ausgang in „Rindenblasen-Portencephalie“ eine für das kindliche Gehirn charakteristische Folge einer durch Ödem verursachten Totalschädigung darstellt. (Ätiologisch wird heute für viele Fälle die

Toxoplasmose immer wahrscheinlicher, häufig genug endet aber auch ein nicht entzündliches Hirnödem beim Kleinkind mit Markzerfall; das hat erst unlängst ALTEGOER an Hand eines ansehnlichen Materials bejaht.)

Die symmetrischen Nekroseherdchen im *Kleinhirn* (Abb. 3) stehen in der Literatur ebenfalls ohne Beispiel dar. Nach den angioarchitektonischen Beschreibungen des Kleinhirns (s. PFEIFER 1951) dürften auch hier schwach capillarisierte Wasserscheidenstellen ergriffen sein, es sich also ebenfalls um *Ödemnekrosen* handeln. Das Fehlen einer diffusen ödematösen Auflockerung in der weiteren Umgebung dieser wie auch mancher Großhirnmarkherde steht unseres Erachtens einer solchen Auffassung nicht entgegen; es könnte sein, daß die Flüssigkeit dort, wo keine Zerstörung eingetreten war, rückstandslos resorbiert wurde, nachdem der Kreislauf sich erholt hatte.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob die Nekrosen in den *Putamina* ebenfalls als *Ödemnekrosen* angesprochen werden können. In histologischer Hinsicht besteht kein Unterschied zwischen den Mark- und den Putamenherden. Betrachtet man die Putamenherde auf den Abb. 2 und 4, dann könnte man meinen, daß auch diese Nekrosen Wasserscheidengebiete betreffen. Nach den Untersuchungen von SCHLESINGER wird das Putamen von zwei Venenpaaren drainiert; und zwar leiten die obere äußere und die obere innere Linsenkernvene nach dorsal in das im Bereich des Nucleus caudatus gelegene V. Galeni-System ab, die untere äußere und die untere innere Linsenkernvene nach basal in den zentralen Abschnitt der Sylvischen Vene. Die Drainage über die Inselrinde nach der nahegelegenen peripheren Sylvischen Vene ist, das geht auch aus den Bildern von PFEIFER (1940, Abb. 153) hervor, sehr gering. Die Inselrinde besteht überwiegend aus angioarchitektonischen Flachfeldern. Da sich das Putamen nach lateral verbreitert, befindet sich jene Stelle im Gefäßsystem des Putamen, die am weitesten von den Sammelvenen entfernt liegt, am lateralen Putamenrand. Das Gebiet der anschließenden äußeren Kapsel besitzt in der Tat eine besondere Neigung zu ödematöser Schwellung und Durchtränkung.

Was das Putamen selbst anlangt, so müßte sein Gefäßreichtum, der sich nach WOLFF zu dem des Großhirnmarks wie 73:43 verhält, einer sich etwa aus der Wasserscheidensituation ergebenden Neigung zum Liegenbleiben von Extravasaten entgegenstehen. Die Farbstoffversuche von BERTRAND scheinen dies zu bestätigen. Bringt man Berliner Blau in das Mark, dann macht die alsbald einsetzende intercelluläre Farbstoffdiffusion nicht nur an der Rindenmarkgrenze, sondern auch an der Peripherie der basalen Ganglien halt, weil die dichteren Gefäßnetze der Grisea schon an den Rändern allen Farbstoff resorbieren. Diese Überlegungen könnten es erschweren, in den Putamenherden lediglich *Ödemnekrosen* zu erblicken.

Die Putamennekrosen haben sich in den früheren Untersuchungen als für Methylalkoholvergiftung charakteristisch erwiesen. Sie lagen stets im *lateralen* Putamenabschnitt. Ausgeprägte Nekrosen waren nur selten nachzuweisen, aber in etwa einem Drittel aller Fälle kündigte ein starkes lokales Ödem am lateralen Putamenrand in Form von „Erbleichungen“ auf dem frischen Schnitt den Schaden an. Wir haben aus diesen Befunden abgelesen, daß dem morphologisch erkennbaren Parenchymschaden ein Ödem vorausgeht, doch neigen wir zu der Ansicht, daß das Ödem nicht Ursache des Gewebsschadens, sondern eine erste Reaktion auf die noch spurlose, als Ausdruck eines pathoklinen Geschehens (VOGT) gedeutete lokale Schädigung sei. Die Schwierigkeit einer solchen Deutung lag in dem konstanten Freibleiben anderer striärer Gebiete, insbesondere des N. caudatus und des gesamten medialen und oralen Putamen. Subtile Gewebsunterschiede innerhalb des Neostriatum wurden zur Erklärung herangezogen; das „Putamen laterale“ von BROCKHAUS schien besonders anfällig.

Aber es muß zugegeben werden, daß der vorliegende Fall mit seinen ausgedehnten, als Ödemfolgen aufgefaßten Nekrosen der Großhirnmarklager eine gleichsinnige Deutung der Putamenherde nahelegt. Zu bedenken ist, daß in den früheren Fällen die Frage des Ödems wegen der kriegsbedingten Unmöglichkeit, ganze Gehirne aufzuheben, nicht genügend bearbeitet werden konnte, wie auf S. 33 meiner Monographie ausdrücklich festgestellt. Sicher ist die besondere Ödemneigung der äußeren Kapsel, die auch bei Ödemen anderer Genese beobachtet werden kann. Nun sehen wir in unserem Fall (Abb. 2 und 4), daß die Herde halb in der äußeren Kapsel, halb im Putamen liegen. Die längere Überlebensdauer hat eine scharfe Demarkation bewirkt. Das an die Nekrosen grenzende Putamengewebe ist bis auf einen sehr schmalen Randstreifen (Abb. 6) vollkommen intakt. Dieser Befund spricht gegen die Annahme einer chemischen Affinität der Noxe zum Putamengewebe im Sinne der Pathokliselehre und für *Ödemnekrose*, zumal das Mark gerade im Umkreis der Putamenherde (Abb. 4) eine erhebliche Auflockerung (unvollständige Nekrose, JACOB) aufweist. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß das Gewebe im Zentrum eines hochgradigen „Ödemsumpfes“ in dem „Wasserscheidengebiet“ der äußeren Kapsel vernichtet worden ist; das geschah auch in angrenzenden Putamenabschnitten trotz besserer Drainagemöglichkeit; soweit eine Erholung möglich war, hat die dichte Vascularisierung des Putamen eine rasche Aufsaugung der überschüssigen Flüssigkeit bewirkt, während in der weniger drainierten äußeren Kapsel eine Auflockerung zurückblieb. Wir haben nach diesen Feststellungen die seinerzeit untersuchten Fälle überprüft und müssen gestehen, daß auch jene viel frischeren Veränderungen eine solche Erklärung zulassen.

