

Die Insulae terminales des Erwachsenenengehirns des Menschen¹⁾

Von

Friedrich Sanides

Mit 36 Abbildungen und 11 Diagrammen im Text

Inhaltsangabe

	Seite
Einleitung	243
Material	247
Abkürzungen	247
Befunde	247
1. Cytologie und Architektonik der Inseln	247
2. Beschreibung der Inseln in der Frontalserie	253
Besprechung	268
Zusammenfassung	272
Literatur	273

Einleitung

Unter Inseln werden in der Cytoarchitektonik kleine, meist rundlich oder oval umgrenzte, sich auf Grund ihres Zellaufbaus von einem sie allseitig umgebenden Grau oder Marklager gut abhebende Zellansammlungen verstanden. Bekannt ist ihre relative Häufigkeit innerhalb des Riechhirnes, wo die Inselbildung erstmalig von Calleja im Jahre 1893 im Bereich des *Tuber olfactorium* beim Kaninchen genauer beschrieben und gewürdigt worden ist.

¹⁾ Eine Anregung zu dieser Arbeit empfang ich bei der gemeinsamen Durchsicht von Präparaten des Grenzgebietes des Mandelkerns und des Putamens mit dem Mitarbeiter dieses Institutes, Herrn Masujuki Namba, wobei uns die Gleichheit supraamygdalärer Inselbildungen mit denen des Nucleus accumbens auffiel.

Diese auch beim Menschen, und zwar insbesondere in dem an die hier rudimentäre *Tuberculum-Rinde* (Brockhaus) bzw. an die *Substantia perforata anterior* angrenzenden *Nucleus accumbens* (Ziehen) zahlreichen Inseln werden daher meist als *Callejasche Inseln* bezeichnet. Besonders markante Inselbildungen gibt es dann weiterhin in der *Area praesubicularis* und im lateralen ventrikelnahen Teil des ventralen Kerns des Hauptkomplexes des Mandelkerns (*Amygdaleum profundum ventrale glomerulare* — **Apvgl** nach Brockhaus), deren histologischer Aufbau von uns vor kurzem des näheren beschrieben wurde.

Gemeinsam ist allen diesen Inselbildungen ihr kleinzelliger, granulärer Charakter und die auffallende Dichte der Zellagerung, Kennzeichen, die sonst jugendlichen Stadien der grisealen Entwicklung zukommen. Hinzu tritt als gemeinsames Merkmal noch eine auffallende Markfaserarmut, die diese Inseln auch myeloarchitektonisch gut aussondern läßt. Außerdem lassen sie häufig einen konzentrischen Aufbau erkennen.

In ihrem histologischen Feinbau sind diese Inselbildungen jedoch gut voneinander zu unterscheiden. So fallen die *Callejaschen Inseln* des *Nucleus accumbens* durch die Gleichförmigkeit des Zellaufbaus der einzelnen Inseln auf, wobei sich Inselbildungen aus besonders kleinen, oft als gliös gedeuteten Elementen finden, während die ventralen Inseln des *Amygdaleum* sehr vielgestaltig sind.

Die besondere Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, Inselbildungen aus drei topographisch verschiedenartigen Bereichen, dem *Supraamygdaleum*, dem *Nucleus accumbens* und längs der *Stria terminalis*, als *identischer Art* insofern zu erweisen, daß nicht nur ihre übereinstimmende Struktur gezeigt wird, sondern diese auch auf einen gemeinsamen Mutterboden, d.h. auf einen gemeinsamen Matrixabschnitt des *Telencephalons* zurückgeführt werden.

Unter *Supraamygdaleum* ist jenes locker gefügte kleinzellige Kerngebiet zu verstehen, das den Raum zwischen dem *Hauptkomplex* des Mandelkerns und dem *Basalis* erfüllt und in dem ein *ventrales Griseum*, das aus Zellen von der Größe der größeren der kleinen Striatumzellen (α -Zellen nach **Namba**) aber etwas lockerer, fetziger Plasmastruktur zusammengesetzt ist, von einem *dorsalen Griseum* mit etwas größeren Pyramiden- und Spindelzellen zu unterscheiden ist.

Das zweite hier behandelte topographische Bereich, der *Nucleus accumbens*, verbindet in vorderen Abschnitten des *Caudatumkopfes* ventral das Caudatum mit dem *Putamen*, wobei er zwischen den Resten der rudimentären *Tuberculum olfactorium-Rinde* und im Bereich der *Substantia perforata anterior* die Hirnoberfläche erreicht. Er umfaßt außerdem einen medialen, ursprünglich dem *Septum* zugehörigen Abschnitt. Brockhaus hat in seiner cytoarchitektonischen Untergliederung dieses Kerngebietes für den *Nucleus accumbens* den treffenden Ausdruck des *Fundus striati* eingeführt, den ich weiterhin verwenden werde. In diesem *Fundus* befinden sich in charakteristischer Anordnung die oben erwähnten *Callejaschen Inseln*, die uns noch im näheren beschäftigen sollen.

Unter *Stria terminalis* wird bekanntlich primär der das *Caudatum* medioventral begleitende Grenzstreifen des Seitenventrikels verstanden, der zugleich die Grenze gegenüber dem *Thalamus* bezeichnet. Dieser Grenzstreifen enthüllt sich im Querschnitt als ein in die Tiefe reichendes dreieckiges Gebilde, das insbesondere die sich durch ihre relative Markarmut von den umgebenden Fasermassen des *Zonale* des

Thalamus und der *inneren Kapsel* unterscheidenden gleichnamigen Faserbündel (*Stria terminalis*) enthält. Unter dem Begriff *Stria terminalis* wird in dieser Arbeit das System dieser Faserbündel verstanden, das die *vordere Riechregion* als sekundäre Riechbahn sowie Teile des *Hypothalamus* mit den *tertiären Riechzentren* des *Mandelkerns* verbindet (Abb. 1). Dieses Fasersystem ist schon bei den Reptilien nachweisbar (Kappers) und erfährt in der Säugerreihe eine zunehmende Verlängerung und Hochwölbung, zugleich mit der Wanderung des *Mandelkerns* mit der Spitze des Unterhorns in den sich bildenden Temporallappen. Wie weit die *Stria* beim Menschen bei der hochgradigen Rückbildung der sekundären Riechrinde noch sekundäre Riechfasern führt, muß

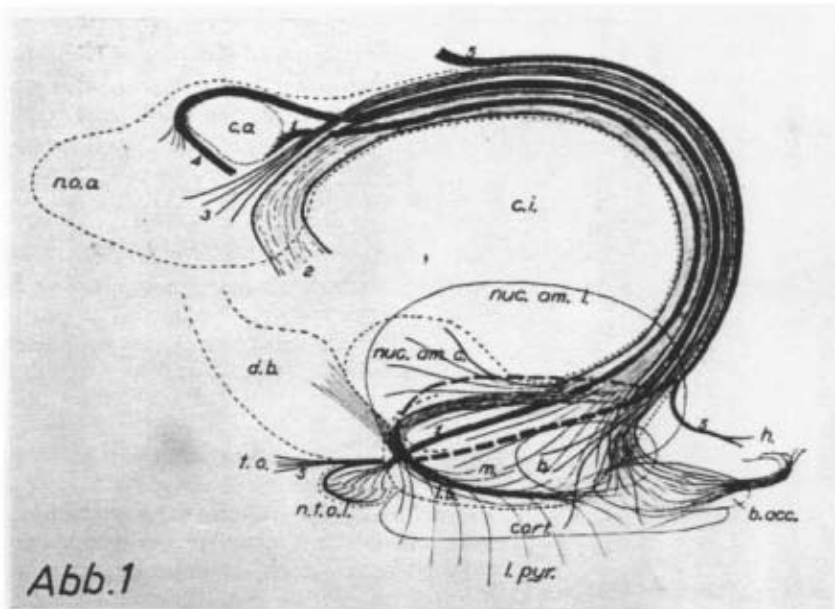


Abb. 1. Diagramm der *Stria terminalis* des Opossum aus Johnston (1923). Dargestellt sind die einzelnen Komponenten der *Stria* und ihre Endigungsgebiete in der vorderen Riechregion (n. o. a.) und im Mandelkern (nuc. am. l. und b. = Hauptkomplex des Amygdaleum, nuc. am. c. und m. = Supraamygdaleum). Die gestrichelte Kontur umfaßt zugleich das „*stria terminalis bed*“.

dahingestellt bleiben, da die Masse der Faserbündel oral aus dem *Prothalamus* (preoptic area amerikanischer Autoren) aufzusteigen scheint. Nachdem die *Stria* im *Vorderhorn* und in der *Pars parietalis* des *Seitenventrikels* das *Caudatum* stets unmittelbar an seinem medio-ventralen Rand begleitet hat, entfernt sie sich im Unterhorn vom Schwanz des *Caudatum* immer mehr nach medial, wobei sie medial an den *Tractus opticus* grenzt. Die auffallend stark ausgeprägte subependymale Glia-Schicht, die insbesondere im dorsalen Anteil den Querschnitt dieses Grenzstreifens kennzeichnet und *Lamina cornea* genannt wird, umfaßt dicht unter der Oberfläche noch ein sehr großes Gefäß, die *Vena thalamostriata*, und umgibt zugleich in der Tiefe einen Teil der *Stria*-Bündel. Die ventrikuläre Oberfläche dieses Grenzstreifens ist obendrein durch eine starke Fältelung des Ependyms auffällig. Auf diese „Furchenfelder“, die schon in der Fötalzeit angelegt wurden, hat Friede hingewiesen. Für das Furchenfeld der *Stria terminalis* hat er als Besonderheit eine sehr starke Vascularisation nachweisen können, die er in Zusammenhang mit Vorgängen des Stoffaustausches mit dem Liquor bringt.

Bei dem den Inselbildungen dieser drei räumlich weitgespannten Hirnabschnitte von uns ontogenetisch zugrunde gelegten gemeinsamen Matrixabschnitt handelt es sich um den *medialen Wulst des Ganglienhügels*, der von Johnston in seinen grundlegenden Untersuchungen über die Entwicklung des Vorderhirns in der Wirbeltierreihe phylogenetisch sowie in der menschlichen Ontogenese als selbständiges, auch histologisch klar vom größeren lateralen Wulst unterscheidbares Ursprungsgebiet abgetrennt wurde (Abb. 2). Während der *laterale* Hauptteil des Ganglienhügels die Matrix des *Caudatum* darstellt, wies Johnston bei den Säugern nach, daß der *mediale Wulst*, in dem sich die Faserbündel der *Stria* finden, einen Begleitkern dieses Fasersystems in Form einer grauen Säule ausbildet, den er „*stria terminalis — bed*“ genannt hat. Darüber hinaus bildet dieser oral mächtig entwickelte *mediale Wulst* des Ganglienhügels hier einen Teil des *Kopfes* des *Caudatum* aus, worunter, wie Johnston an anderer Stelle erläutert, der *Fundus striati* (*Nucleus accumbens*) gemeint ist.

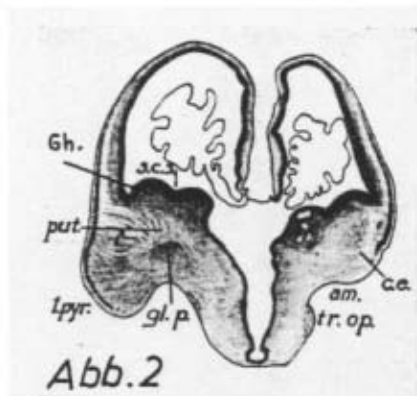


Abb. 2. Frontalschnitt eines menschlichen Embryo v. 26 mm aus Johnston (1923). Gh. = Ganglienhügel, scs = strio-caudate-sulcus, der den medialen Wulst vom lateralen Wulst des Ganglienhügels trennt.

Von besonderem Interesse für unsere Untersuchung ist nun noch das Verhalten des *medialen Teils des Ganglienhügels* an seinem oralen Ende, das Johnston an dem die beiden Teile voneinander abgrenzenden „*strio-caudate-sulcus*“ (s. c. s.) verfolgt. Dieser Sulcus rückt oral immer weiter in den ventralen Ventrikelwinkel, um schließlich in den Hemisphärenanteil des Riechventrikels überzugehen, so daß der bisherige mediale Teil des Ganglienhügels nun maßgeblich am Aufbau der Matrix des Riechventrikels beteiligt ist.

Die in der Säugerreihe zunehmende Hochwölbung der *Stria* infolge der Verdickung der inneren Kapsel bewirkt dann eine zunehmende Ausdehnung und damit Volumenreduzierung des mittleren Abschnittes des grauen Bettes der *Stria*. Es wurde jedoch auch noch beim menschlichen Föt von J. ein durchgehender Begleitkern der *Stria* gefunden, wenn er auch hinter der inneren Kapsel zu einem schmalen Band verdünnt war.

Am *temporalen* Ende spricht J. dann von einem „*amygdaloid enlargement*“, einer Verdickung des Begleitkerns, die direkt in zwei Kerne des *Amygdaleums*, den *Nucleus centralis* und *Nucleus medialis* übergehe, an deren Aufbau sie beteiligt sei. Diese beiden kleinzelligen Kerne gehören zum *Supraamygdaleum* und stellen den phylogenetisch älteren Anteil des Mandelkerngebietes dar, der bei den niederen Säugern noch das Übergewicht hat gegenüber dem bis zu den Primaten an Größe zunehmenden Hauptkomplex des *Amygdaleum* mit seinen drei großzelligen Kernen (Diag. 9).

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen über die Verhältnisse des Ganglienhügels menschlicher Embryonen und Föten kam auch Kodama in seinen grundlegenden morphogenetischen Untersuchungen über die *Basalganglien*. Nur legte er besonderes Gewicht darauf, daß der trennende Sulcus zwischen den beiden Anteilen des Ganglienhügels nicht immer nachweisbar ist, betonte hingegen, daß eine histologische Scheidung eines *medialen* Teils von einem *lateralen* Teil immer durchführbar sei. Der *mediale Teil* erweise sich als besser vascularisiert und differenziere sich früher aus als der *laterale* Teil. Im Gegensatz zu J. glaubte er jedoch, diesen „*stria-bed*“-Anteil in den caudalen Abschnitten des Ganglienhügels nicht nachweisen zu können. Eine scheinbare

Meinungsverschiedenheit zwischen beiden Untersuchern bestand über den *vorderen* Abschnitt des *medialen* Teiles des *Ganglienhügels* dadurch, daß J. den Namen „*stria-terminalis-bed*“ hypostasierte, indem er ihn auch auf jenen *vorderen Abschnitt des medialen Teiles* anwandte, der gar keine Fasern der *Stria* mehr birgt, sondern den *Fundus striati* (*Nucleus accumbens*) bildet, worüber sich an sich beide Autoren einig sind.

Material

Den Untersuchungen liegen Serienschritte von Formol-fixierten, in Paraffin eingebetteten Gehirnen des hiesigen Institutes zugrunde, die mit Cresylviolett und zum Teil mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden. Die Erwachsenenengehirne wurden in 20 μ Dicke, das fötale Gehirn in 10 μ Dicke geschnitten.

Neben Vergleichsmaterial wurde insbesondere die Frontalschnittserie A 58 verwendet, die von einem gesunden 24jährigen stammt, der tödlich verunglückte. Bei den Zahlenangaben der Schnitte handelt es sich um den dritten Block der rechten Hemisphäre.

Das verwendete fötale Gehirn F 80 stammt von einem Föt von 44,5 cm Gesamtlänge, bei dem es sich nach den gemachten Angaben um eine Frühgeburt im 8. Monat handelt.

Die Abbildungen und Diagramme entstammen der Frontalschnittserie A 58r bis auf Abb. 7 (F 80) und Abb. 8 (Md 2). Zahlen innerhalb der Abbildungen betreffen Abbildungen von Ausschnittsvergrößerungen und geben ihren Ort wieder.

Abkürzungen

Am	= Amygdaleum
Apl	= Amygdaleum profundum intermedium
Apl	= Amygdaleum profundum laterale
Apm	= Amygdaleum profundum mediale
Bas	= Basalis
C. a.	= Commissura anterior
Fund str	= Fundus striati
Pal	= Pallidum
Put	= Putamen
Put lim	= Putamen limitans
subep Gl	= subependymale Glia
Supraam	= Supraamygdaleum
sApv	= Supraamygdaleum profundum ventrale
sApd	= Supraamygdaleum profundum dorsale

Befunde

I

Cytologie und Architektonik der Inseln.

Die dieser Arbeit zugrunde liegende Idee, daß auch im menschlichen Erwachsenenengehirn in Form von Inselbildungen Derivate des *medialen Teiles des Ganglienhügels* in der ganzen Ausdehnung seiner ursprünglichen Anlage vom Riechventrikel des Vorderhorns bis zur Spitze des Unterhorns zu finden sind, soll an Hand einer Frontalschnittserie zur Darstellung gebracht werden.

Zunächst sind die allgemeinen Befunde über die beobachteten Inselbildungen wiederzugeben. In allen drei Hirnabschnitten wurden drei Arten von Zellinseln gefunden, die sich in erster Linie in der Größe der sie zusammensetzenden Zellen unterscheiden. Alle drei Inselarten bestehen aus Zellen, die kleiner sind als die kleinen Striatumzellen oder ihre Größe nur in einigen Exemplaren eben erreichen. In seiner cytologischen Bearbeitung des Striatum wurden von dem Mitarbeiter dieses Institutes, Namba, die Kleinzellen desselben in zwei Zellarten aufgegliedert, die etwas größeren α -Zellen und die etwas kleineren β -Zellen. Wir haben uns daher entschlossen, die Zellen der von uns gefundenen Inseln γ -Zellen zu nennen und damit eine gewisse Verwandtschaft mit den kleinen Striatumzellen zum Ausdruck zu bringen.

Wir unterscheiden dabei die drei Größen- bzw. Differenzierungsstufen γ_1 , γ_2 u. γ_3 (Abb. 3, 4 u. 5).

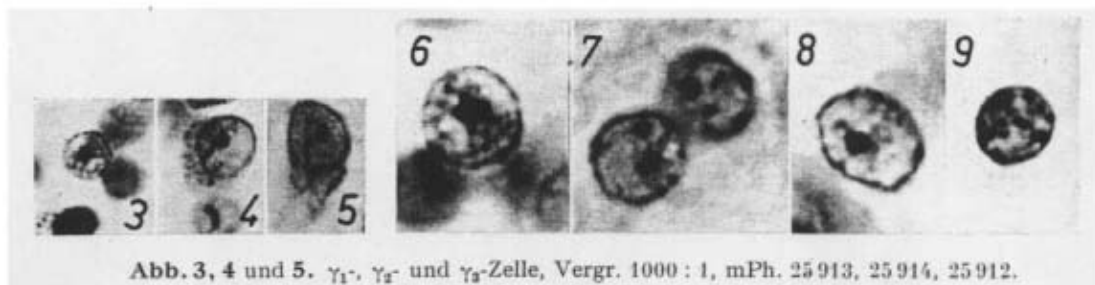


Abb. 3, 4 und 5. γ_1 -, γ_2 - und γ_3 -Zelle, Vergr. 1000 : 1, mPh. 25 913, 25 914, 25 912.

Abb. 6, 7, 8 und 9. Vergr. 2000 : 1, Gegenüberstellung der γ_1 -Zelle (6) mit einer Matrixzelle von einem 8monatigen Föt (7), einer Körnerzelle der inneren Körnerschicht des Bulb. olf. des Erwachsenen (8) u. einer Oligodendrogliazelle (9). mPh. 26 334; 26 341; 26 337; 26 336.

Die γ_1 -Zellen (Abb. 3) sind die kleinsten Zellelemente. Es handelt sich um nackte Zellkerne von fast kreisrunder Form und zentralem, rundem, gut tingiertem Nucleolus mit Randkörperchen.

Die Kernstruktur ist relativ dunkelkörnig, vereinzelt kommen jedoch auch hellere Zellen vor. Der Durchmesser beträgt 5—6 μ .

Die γ_2 -Zellen (Abb. 4) stellen die mittlere Größenstufe dar. Bei ihnen ist regelmäßig ein schwach tingierter Plasmaleib nachweisbar, der meist in einer Richtung ausgezogen ist, so daß die Zelle häufig Tropfenform erhält. Die Kernstruktur ist etwas blasser. Der Nucleolus ist nicht so dunkel, so daß die dunklen Randkörperchen sich gut abheben. Der Längsdurchmesser der Zelle beträgt etwa 10 μ .

Die γ_3 -Zellen (Abb. 5) stellen die dritte Größenstufe dar, die in einzelnen Elementen bereits die Größe der β -Zellen erreicht. Ihre Innenstruktur stimmt mit denen der γ_2 -Zellen weitgehend überein. Nur beobachtet man an dem ovalen Kern öfter „Kernfalten“. Der Längsdurchmesser der Zellen beträgt bis zu 14 μ .

Ehe wir zur weiteren Beschreibung der Inselarten kommen, gilt es noch, die γ -Zellen und insbesondere die γ_1 -Zellen gegenüber anderen Zellelementen abzugrenzen. Diese neben der Oligodendroglia kleinsten Zellelemente ektodermaler Herkunft des Erwachsenengehirns, wie man sie insbesondere in den

Callejaschen Inseln beobachtete bzw. subependymal in noch größerer Ausdehnung im frühkindlichen Gehirn fand, sind häufig als gliös angesprochen bzw. mit gliösen Zellinfiltraten verwechselt worden (Richtigstellung durch Globus). Von Opalski wurden sie dagegen als „*Matrixzellen*“ angesprochen, ohne daß er damit die prospektive Potenz der echten Matrix ihnen unterstellen wollte. Wir werden auf diese Problematik in der Besprechung näher einzugehen haben. Hier sei nur noch bei 2000facher Vergrößerung eine Gegenüberstellung der γ_1 -Zellen (Abb. 6) mit den in Frage stehenden Zellelementen vorgenommen. Die weitestgehende Ähnlichkeit besteht tatsächlich mit den *Matrixzellen*, die

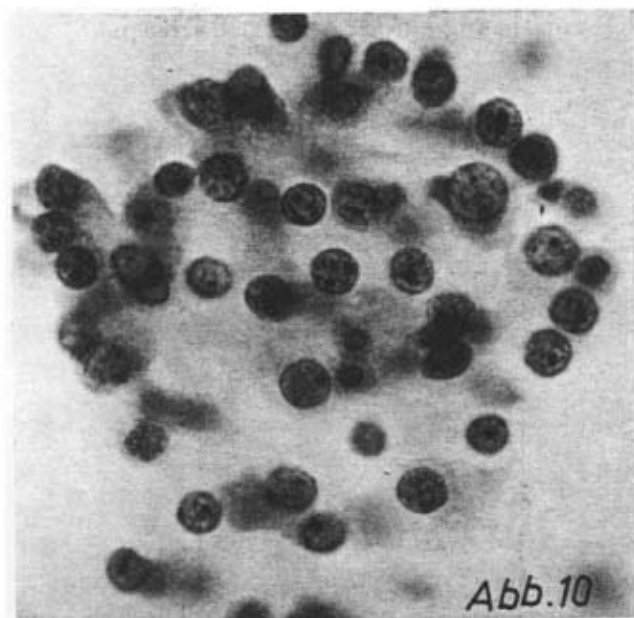


Abb. 10. γ_1 -Insel längs der Str. t., Vergr. 1000 : 1, mPh. 26 078.



Abb. 11. γ_1 -Insel längs der Str. t., Vergr. 1000 : 1, mPh. 25 913.

vom Ganglienhügel eines achtmonatigen Fötus stammen (Abb. 7). Nur daß diese im Gegensatz zu den γ_1 -Zellen häufig noch einen zweiten Nucleolus aufweisen. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht auch mit den Zellen der inneren Körnerschicht des *Bulbus olfactorius* der Erwachsenen (Abb. 8), worauf Brockhaus hingewiesen hat. Nur ist die Kernmembran dieser Körner nicht prallrund, sondern wirkt etwas faltig. Keine Mühe macht die Unterscheidung von der *Oligodendrogliazelle* mit ihren größeren Chromatingranula und dem Fehlen des Nucleolus (Abb. 9).

Die Inseln der γ_1 -Zellen sind am einheitlichsten aufgebaut und haben eine besonders dichte Lagerung, außerdem zeigen sie sehr häufig einen ausgesprochen konzentrischen Aufbau (Abb. 10 u. 11). Einzelne γ_1 -Zellen bzw. Übergangsformen zu diesen mit schmalen Plasmasaum sind jedoch stets zu finden. Myeloarchitektonisch ist immer eine deutliche Aufhellung des

Grundfasernetzes nachweisbar. Die Form der γ_1 -**Inseln** ist meist annähernd rundlich, und ihr Durchmesser überschreitet im allgemeinen nicht 80 μ . Nur im *Fundus striati* kommen, wie wir noch sehen werden, größere γ_1 -**Komplexe** vor.

Die Inseln der γ_2 -**Zellen** sind weniger einheitlich aufgebaut und zeigen öfter Übergänge zu γ_3 -**Zellen**, ohne daß das Übergewicht der γ_2 -**Zellen** verloren ginge (Abb. 12, 13 u. 14). Die Zellagerung ist weniger dicht, und der Umfang der Inseln ist im allgemeinen größer, ja in der Frontalschnittserie lassen sich manche Inseln über viele Schnitte verfolgen, so daß ein strangartiges Gebilde resultiert. Myeloarchitektonisch ist immer eine deutliche Aufhellung des Grundfasernetzes und häufig eine angedeutete Kapselbildung zu finden.

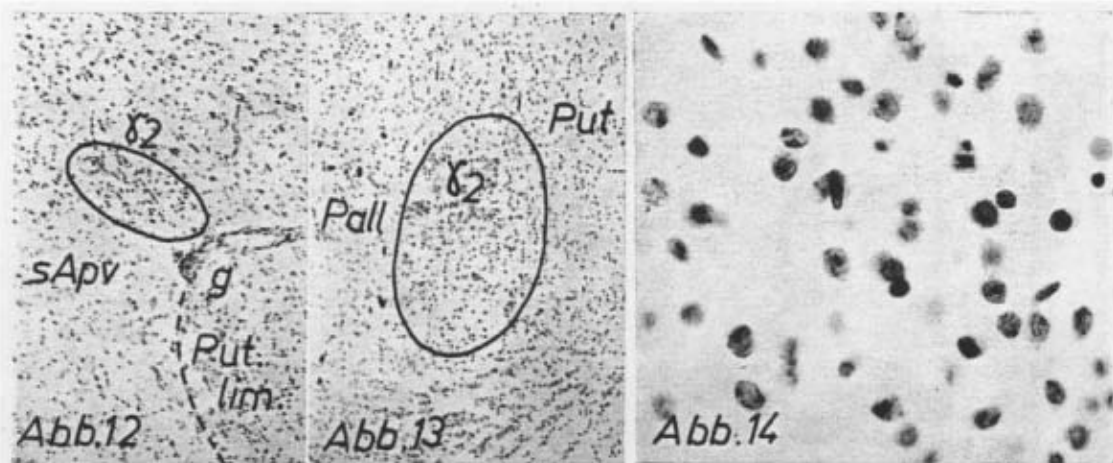


Abb. 12. γ_2 -Insel an der Grenze von Supraam. u. Put. lim. Vergr. 50 : 1, Ph. 35442.
g = Gefäß, Put. lim. = Putamen limitans, sApv = Supraamygdaleum profundum ventrale.

Abb. 13. γ_2 -Insel an der Grenze von Put. u. Pall. Vergr. 50 : 1, Ph. 35461.

Abb. 14. Ausschnitt aus der γ_2 -Insel von Abb. 13, Vergr. 500 : 1, mPh. 26320.

Als dritte Inselart (Abb. 15 u. 16) sind nun noch solche Inseln zu finden, die aus γ_2 - und γ_3 -**Zellen** aufgebaut sind, wobei die letzteren das Übergewicht haben. Wir wollen sie daher γ_3 -**Inseln** nennen. Sie tragen im übrigen alle Merkmale der eben beschriebenen γ_2 -**Inseln**, und es ist auch, wie wir noch sehen werden, der räumliche Übergang der einen in die andere Art innerhalb eines geschlossenen Zellstranges zu beobachten.

Es gilt nun noch, die beschriebenen Inseln von anderen inselartigen Gebilden abzugrenzen. Zunächst sind solche in der subependymalen Glia zu unterscheiden, die aus Übergangszellen (Opalski) zusammengesetzt sind und dicht unter der Gliafaserdeckschicht liegen (Abb. 17 u. 18). Opalski prägte den Begriff der *Übergangszelle*, weil diese Zellen „einerseits an die Makroglia erinnern, andererseits viele Merkmale mit den Ependymzellen gemeinsam

haben“. So besitzen sie einen größeren Plasmaleib als die Astrocyten der subependymalen Glia, und ihre Kerne sind chromatinreicher, auf der andern Seite fehlen ihnen die Blepharoblasten der Ependymzellen.

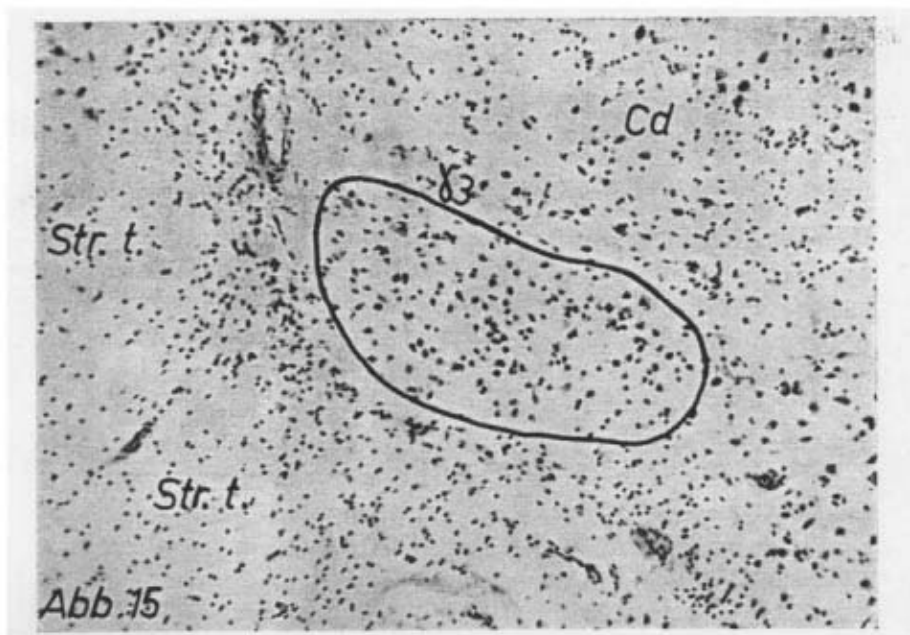


Abb. 15. γ_3 -Insel am ventralen Caudatumrand, Vergr. 200 : 1, mPh. 25 678. Str. t. = Stria terminalis, Cd = Caudatum.

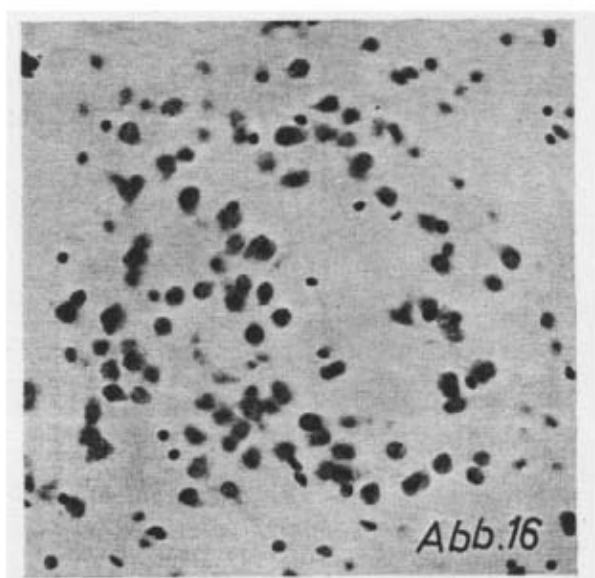


Abb. 16. γ_3 -Insel am ventralen Caudatumrand mit konzentr. Aufbau, Vergr. 300 : 1, mPh. 26 229.

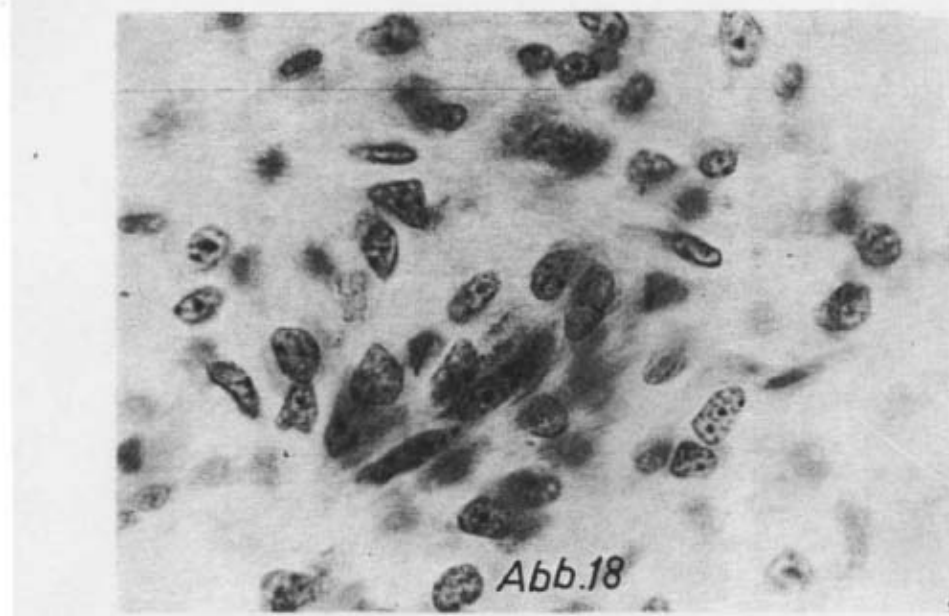
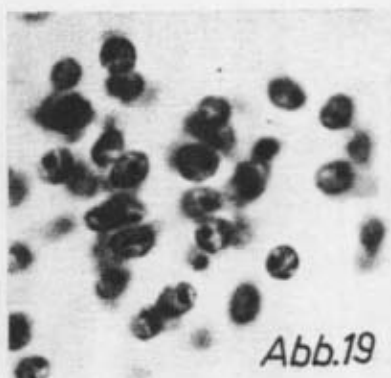
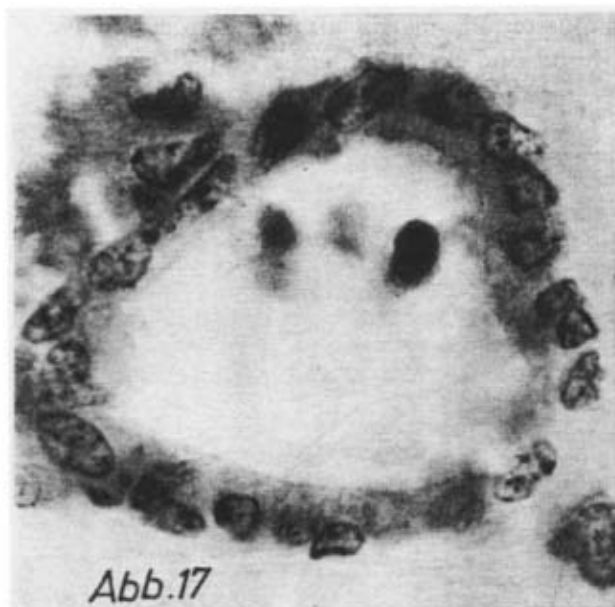


Abb. 17. Drüsenartiges Gebilde der subepend. Glia (Übergangszellen) am Rand des Stratum subepend. Vergr. 1000 : 1, mPh. 26 580.

Abb. 18. Inselartiges Gebilde der subepend. Glia (Übergangszellen) am Ansatz der Taenia chorioidea, Vergr. 1000 : 1, mPh. 26 079.

Abb. 19. Insel an der Basis des Mandelkerns aus γ_1 -ähnlichen Zellen, Vergr. 500 : 1, mPh. 26 391.

Diese Übergangszellen haben die Neigung, sich zu scheinbar syncytialen Gebilden zu vereinigen, die die Form „drüsenartiger Gebilde“ mit einer Art Lumen (Abb. 17) oder auch inselartige Gestalt (Abb. 18) annehmen. Dabei handelt es sich, wie Opalski zeigte, noch um *normale* Erscheinungen der subependymalen Glia, die von den unter chronisch entzündlichen Bedingungen gehäuft auftretenden „drüsenartigen Gebilden“ zu trennen sind.

Dagegen weisen die Anhäufungen dunkler, bei schwachen Vergrößerungen gliaartig imponierender Kerne an der Basis des *Mandelkerns* eine große Verwandtschaft mit den γ_1 -Zellen auf. Sie sind von gleicher Größe, besitzen ebenfalls einen zentralen, dunklen Nucleolus, nur ist die Form der Kerne meist oval und die Chromatinstruktur noch dichter als bei den γ_1 -Zellen (Abb. 19). Sie können am ventralen Rand des *Mandelkerns* als dichter Saum unter dem Ependym lagern und sind besonders häufig im Bereich der hier befindlichen Ventrikelverklebung bzw. -verwachsung, wo auch kleine Inseln in die *Ammonsformation* reichen. Als Unterscheidungsmerkmal gegenüber den γ_1 -Zellen kann dienen, daß hier keine Zellen mit Plasmasäumen zu finden sind, also keine Übergangsformen zu γ_2 -Zellen.

Grundsätzlich davon zu unterscheiden ist jene Kleinzellenart mit relativ großem, hellem Kern, mit randständigem Nucleolus, fetzigem Plasmaleib und der charakteristischen Neigung zu Konglomeratbildungen, die den *Ventralkern* des *Amygdaleum* aufbaut (s. meine Untersuchung in Bd. 3 Heft 1 des Journals f. Hirnf.). Die Inseln dieses Kerns im lateralen, ventrikelnahen Bereich, die eine stärker angefärbte Grundsubstanz zeigen, sind zuweilen mit den oben beschriebenen, nackten Kernen des Ventrikelsaums wie übersät, ohne daß es zu Übergängen zu den größeren, die Inseln aufbauenden Zellelementen käme.

2

Beschreibung der Inseln in der Frontalschnittserie

Wir kommen nun zur Beschreibung der Frontalschnittserie (A 58r), von der bei geringer Streuung jeder 25. Schnitt auf die Inselbildung in dem in Frage stehenden Bereich untersucht wurde und die wesentlichsten Stadien graphisch wiedergegeben werden (**Diagramm 1—11**).

Wir beginnen im Bereich des Vorderhorns mit einem Schnitt, auf dem die Bündel der *Stria* unterhalb des *Caudatum* nicht mehr quer getroffen sind, sondern schräg, wie sie aus dem *Prothalamus* aufsteigen (**Diag 1**, Schnitt 1302). Die *subependymale Glia*, die in Form der *Lamina cornea* vorwiegend aus Übergangszellen aufgebaut ist (**sep G1**; Kennzeichnung durch Kringel), umfaßt ventromedial vom *Caudatum* zwei große Venen und reicht mit der lateralen Spitze ihres Keiles bis zu einer großen γ_3 -Insel am ventralen Rand des *Caudatum*, die durch eine schmale, aus wenigen Faserbündeln bestehende Kapsel von diesem geschieden ist. Weiter ventral finden sich an der Grenze von *Stria* und *innerer Kapsel* noch zwei kleine γ_3 -Inseln.

Wir verfolgen nun die Frontalschnitte weiter, dem Lauf der *Stria* nach dorsal, kaudal, ventral und schließlich nach oral bis zum *Mandelkern* folgend.

Innerhalb der nächsten 50 Schnitte tritt in bezug auf die große γ_3 -Insel nur insofern eine Änderung ein, daß dieselbe nicht mehr die ventrale Kontur des *Caudatum-Kopfes* vorbuchtet, sondern räumlich einbezogen ist. Weitere Inseln sind im *Stria*-Winkel nicht zu beobachten.

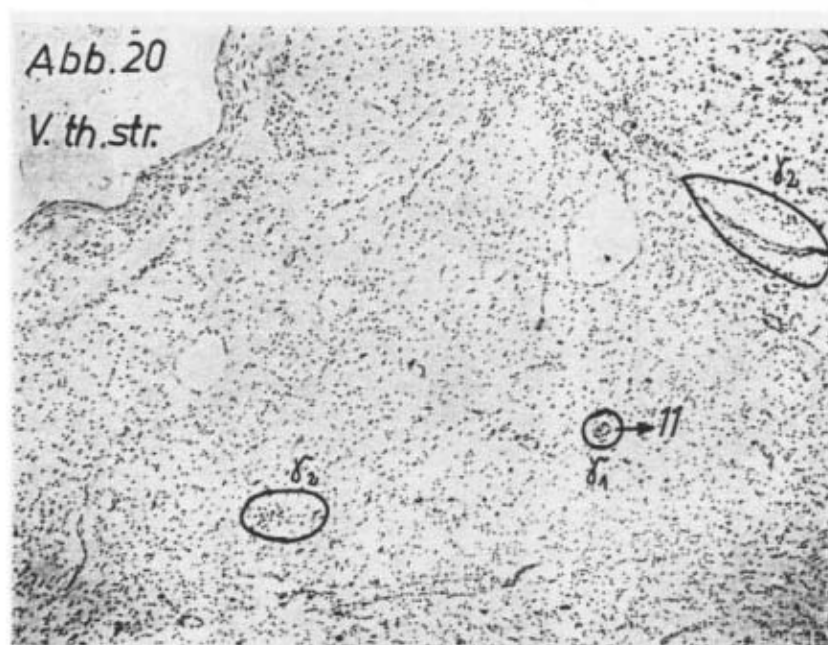


Abb. 20. Stria-Winkel mit γ -Inseln, Vergr. 50 : 1, Ph. 35460. V. th. str. = Vena thalamostriata.

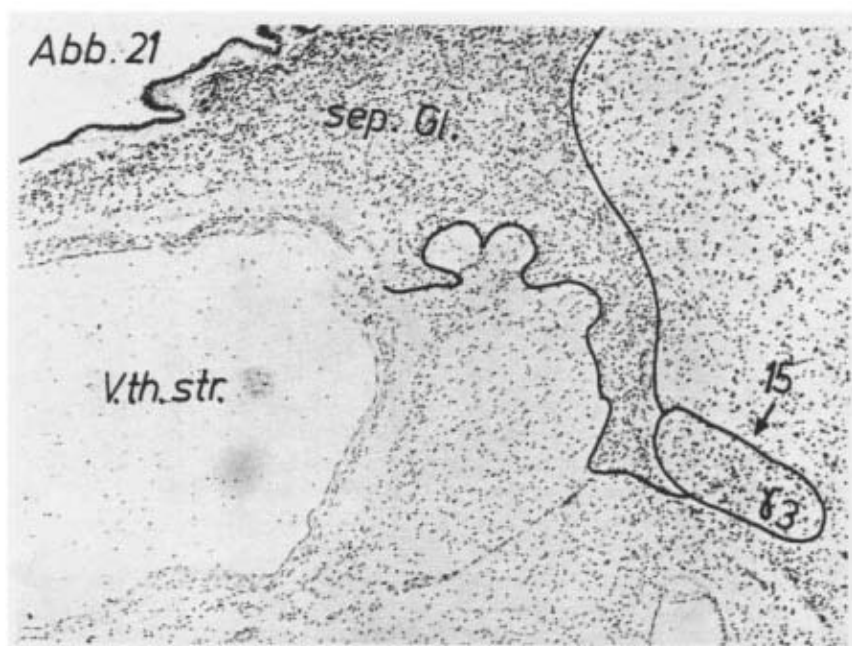


Abb. 21. Lamina cornea (sep. Gl.) und Caudatumrand-Insel (γ_3) Vergr. 50 : 1, Ph. 35443, sep. Gl. = subependymale Glia.

Nach weiteren 25 Schnitten erscheint die γ_3 -Insel am ventralen Caudatumrand etwas verkleinert. Außerdem finden sich jetzt zwei kleinere γ_2 -Inseln ventral von der *Vena thalamostriata* am Rand des *Zonale*. Nach weiteren 25 Schnitten sind die beiden kleinen γ_2 -Inseln wieder verschwunden, und an Stelle der γ_3 -Insel findet sich jetzt eine γ_2 -Insel gleicher Form, den *Caudatumrand* vorbuchtend und dorsal an ein größeres Gefäß grenzend.

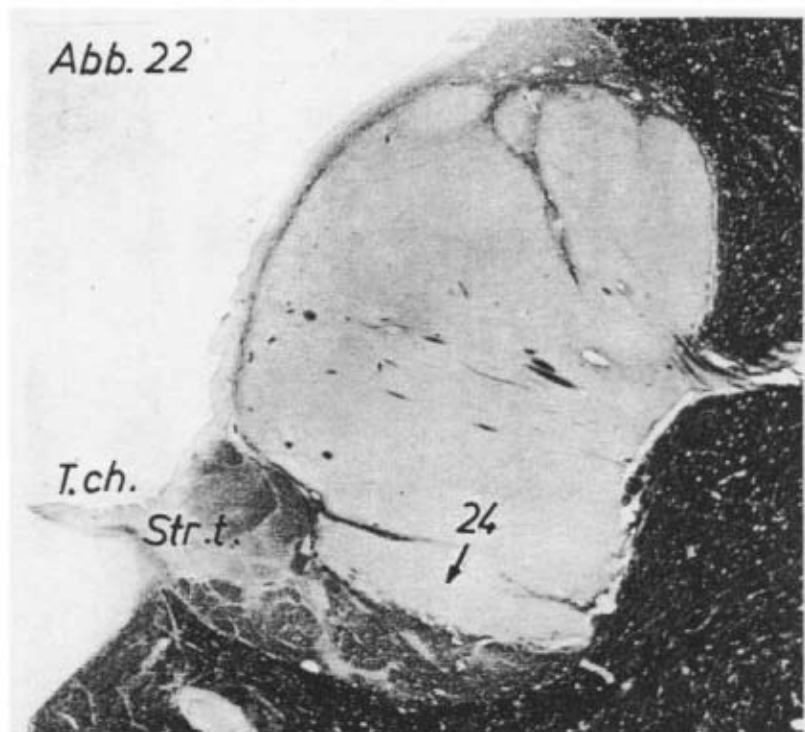


Abb. 22. Caudatum und Stria auf der Höhe des Pars parietalis des Seitenventrikels, Vergr. 20 : 1, Ph. 25 592.

Str. t. = Stria terminalis, T. ch. = Taenia chorioidea.

Diag 2 (Schnitt 1151) gibt das Bild nach weiteren 50 Schnitten wieder. Am ventralen *Caudatumrand* findet sich in etwa gleicher Größe eine γ_3 -Insel. Dorsal davon in einem trennenden Faserstreifen wieder ein größeres Gefäß. Wie in den bisherigen Schnitten ist wiederum zu beobachten, daß die *subependymale Glia* mit ihrem lateralen Ausläufer gerade bis zum medialen Anfang dieser Insel reicht. Ventral von der *Vena thalamostriata* tauchen an der *Zonale-Grenze* (*Zo*) je eine kleine γ_1 - und γ_2 -Insel auf, die nach weiteren 25 Schnitten bis auf einzelne Zellen wieder verschwinden, während die *Caudatumrand-Insel* (γ_3) unverändert bleibt.

Nun ändert sich das Bild allmählich dahingehend, daß die *ventrale Caudatumrand-Insel* immer kleiner wird und zeitweilig nicht mehr scharf abgegrenzt ist, während je eine γ_1 - und eine γ_2 -Insel am ventralen Rand des *Stria-Winkels* wieder auftauchen (**Diag 3**, Schnitt 1001 u. **Abb. 20**).

Auch im weiteren Verlauf der *Pars parietalis* des *Seitenventrikels* erleidet das Bild keine grundlegenden Schwankungen. Die *Caudatumrand-Insel* nimmt schließlich wieder ihre alte Gestalt an (**Diag 4**, Schnitt 701). Die *subependymale Glia* (**sep G1**) reicht weiterhin bis zu ihrem medialen Rand (**Abb. 21**). Regelmäßig sind im Stria-

Winkel noch zwei bis drei γ_1 und γ_2 -Inseln nachweisbar, die allerdings Umfang und Ort sehr wechseln, woraus zu schließen ist, daß sie keinen geschlossenen Zellstrang bilden. Während der Querschnitt des *Caudatum* nach caudal nun stark abnimmt, nimmt die *Caudatumrand-Insel* zeitweilig wieder an Größe zu und ist vorwiegend von γ_2 -Zellen gebildet. Abb. 22, 23 u. 24 geben ihre typische Gestalt und die Gegenüberstellung des Zell- und Faserbildes wieder. Abb. 24 zeigt die Aufhellung des Grundfasernetzes der γ_2 -Insel und die angedeutete *Kapselbildung*, ventral davon zwischen den *Stria*-Bündeln die Auflichtung einer kleinen γ_1 -Insel. Die an Umfang abnehmende *subependymale Glia* schickt weiterhin regelmäßig einen Ausläufer bis zu dieser Insel.

Dieses Bild ändert sich bis zum Abstieg von *Caudatum* und *Stria* ins *Unterhorn* nur wenig. Schnitt 120, der die herabziehende *Stria* tangential trifft, läßt zwar keinen geschlossenen Zellstrang erkennen, aber doch einen unterbrochenen Streifen von γ_2 -Zellen, der die Faserbündel begleitet.

Im *Unterhorn* begegnet uns ein grundlegend anderes Bild. *Caudatumschwanz* und *Stria* befinden sich im Dach des Ventrikels. Das *Caudatum* ist medial und lateral von einem dicken Polster *subependymaler Glia* eingefaßt, das auf der Medialseite den Zwischenraum zur *Stria* überbrückt und an dem wiederum die *Taenia chorioidea* ansetzt. Unmittelbar dorsal von diesem Gliastreifen verbindet ein schmaler Streifen locker gelagerter γ_2 -Zellen das *Caud.* mit der *Stria*. Medial grenzt die *Stria* nun an das *Corpus geniculatum laterale* und bildet damit wieder die telo-diencephale Grenze (Diag 5, Schnitt 400).

Wenn wir dem *Unterhorn* weiter nach oral folgen, entfernt sich der *Caudatumschwanz* immer mehr in lateraler Richtung von der *Stria*, die weiterhin an den *Tractus opticus* grenzt, wobei zunächst die *subependymale Glia-Brücke* bestehen bleibt. Dagegen bilden die γ_2 -Zellen keinen geschlossenen Verbindungsstreifen zwischen *Stria* und *Caud.* mehr, sondern nur beiderseits eine kleine γ_2 -Insel, am lateralen Rand der *Stria* und inkonstant am medialen Rand des *Caud.* Auf der Schnitthöhe 570—650 sind nur am dorsolateralen Rand der *Stria* ein paar säumende γ_2 - und γ_3 -Zellen nachweisbar. Im weiteren Verlauf ändert sich das Bild dahin, daß neben einer kleinen γ_2 -Insel am lateralen Rand der *Stria* sich, diese umfassend, ein lateralwärts gerichteter Zipfel von α - und β -Zellen einstellt (Diag 6, Schnitt 701). Der *Caudatumschwanz* hat sich inzwischen noch weiter ventrolateralwärts entfernt und zeigt am medialen Rand noch eine γ_3 -Insel. Bemerkenswert ist, daß sich einige Schnitte weiter auch an der ventro-medialen Ecke des *Put.* eine an das *Pal.* grenzende γ_2 -Insel findet, die von einem Gefäß knieartig umfaßt wird (Abb. 25).

Weiter oral stellen sich nun bald über der den Ventrikel säumenden *Stria* die ersten Haufen des *Supraamygdaleum* ein, und zugleich bilden sich wieder geschlossene γ_2 -Inseln. Abb. 26 (Schnitt 794) zeigt, daß sich zuerst das locker spindelzellige, dorsale Grau des *Supraamygdaleum* abzeichnet, in das eine größere γ_2 -Insel eingebettet ist, während medial das kleinzellige, gut gezeichnete *superficiale* Grau des *Supraamygdaleum* (*sAsf* nach Brockhaus) zu finden ist. Lateral schließt sich nach einem γ_2 -Streifen wieder ein striataler Haufen an, ventral davon eine weitere γ_2 -Insel, an die *subependymale Glia* angrenzend.

Auf Schnitt 900 (Diag 7) hat das *Supraam* weiter an Raum gewonnen und wird dorsal vom *Basalis* abgeschlossen. Zwischen zwei größeren γ_2 -Inseln findet sich nun auch der ventrale Kern des *Supraam* (*sApv*). Auffallend ist die Gefäßanlagerung der dorsalen der beiden lateralen γ_2 -Inseln. Lateral von diesen hat sich das *striatale* Grau verbreitet und gewinnt Anschluß nach dorsal an das *Put.* Es unterscheidet sich von diesem durch eine besondere Klein- und Dichtzelligkeit. Brockhaus hat für diesen Teil die Bezeichnung „*Putamen limitans*“ eingeführt.

Im weiteren Verlauf erscheint mit den Kernen *Apm* und *Api* der Hauptkomplex des Mandelkerns über der *Stria* und schiebt die mediale, sich verbreiternde γ_2 -Insel mit dem *sApv*, in das sie gebettet ist, nach dorsal, so daß sie auf den dorsolateralen Abhang von *Apm* zu liegen kommt (Abb. 27 u. 28, Schnitt 958), während sich die

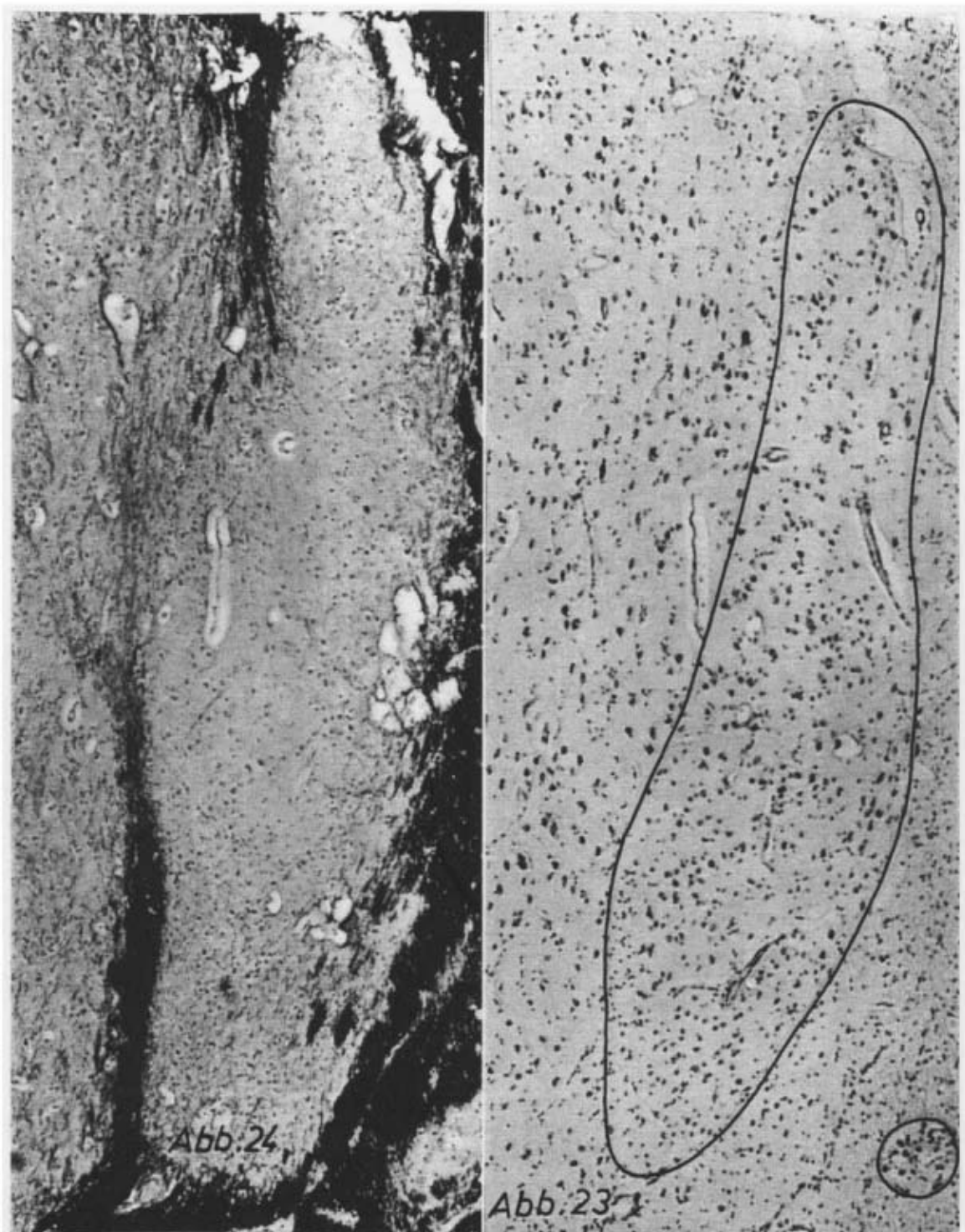


Abb. 23 u. 24. Caudatumrand-Insel aus Abb. 22 und kleine Insel zwischen den Str. t.-Bündeln re unten. Abb. 24 zeigt die Markaufhellung u. Faserkapsel, Abb. 23 die Zellstruktur, γ_2 - u. γ_3 -Zellen. Vergr. 100 : 1, Ph. 35580/81.

lateralen γ_2 -Inseln zu einem etwas nach medial geneigten, dorsoventral verlaufenden Grenzstreifen im **Put. lim.** umformen. Die dorsalste Insel ist wieder an ein größeres Gefäß angelagert. Zwei weitere kleine γ_2 -Inseln finden sich im Raum des **sApd**. Zeitweilig ist hier auch eine kleine γ_1 -Insel zu finden.

Nach weiteren 50 Schnitten gewinnt, während die *Stria* mittlerweile im *Mandelkern* geendigt ist, dessen Hauptkomplex beträchtlich an Größe, indem lateral neben **Apm** das Griseum **Api** stärker heranwächst. Auch **Api** schiebt dabei eine γ_2 -Insel förmlich vor sich her, die an der dorsolateralen Ecke regelmäßig nachweisbar ist und Verbindung mit dem **Put. lim.** hat (**Diag 8**, Schnitt 1003 u. **Abb. 29**). Die übrigen

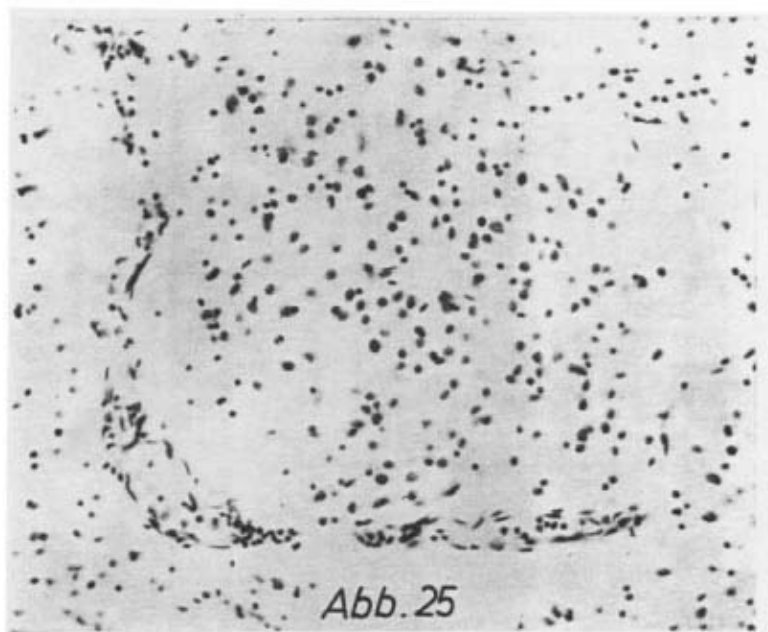


Abb. 25. Juxtavaskuläre γ_2 -Insel am med. Put.-Zipfel. Vergr. 200 : 1, Ph. 35 576.

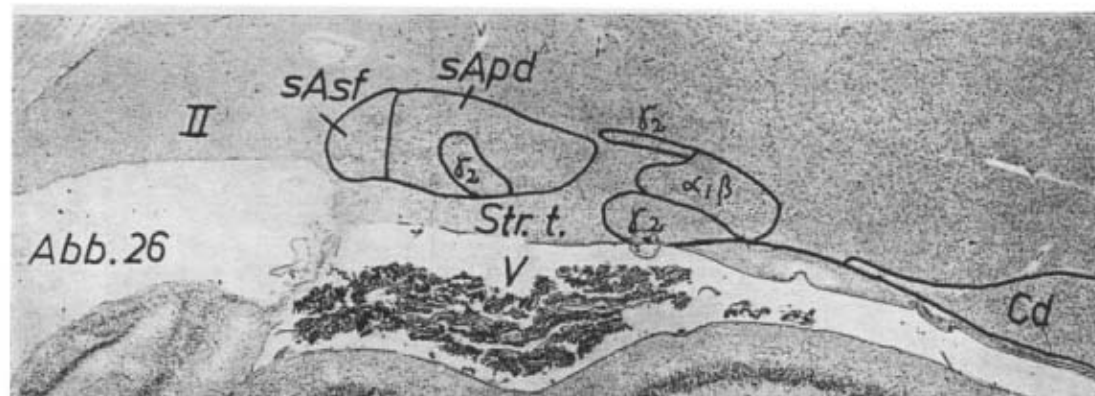


Abb. 26. Stria und Caudatum im Dach des Unterhorns. Über der Stria erste Haufen des Supraam. mit γ_2 -Inseln. Vergr. 10 : 1, Ph. 35 562 Cd = Caudatum, Str. t. = Stria terminalis, sApd = Supraamygdaleum profundum dorsale, sAsf = Supraamygdaleum superficiale, II = Tractus opticus.

Inseln am Rande des **Apm** und im **Put. lim.** erleiden keine wesentlichen Veränderungen. Außerdem finden sich weiter dorsal am *Basalisrand* drei kleine γ_2 -*Inseln*, von denen eine einem Gefäß angelagert ist. Solche juxtavaskulären γ_2 -*Inseln* (*Escobar*) sind in diesem Bereich auch auf den folgenden Schnitten nachweisbar, während sich das übrige Bild zunächst wenig ändert. Dann ist noch zu vermerken, daß der *Caudatuschwanz* sich jetzt mit dem **Put. ventrale** vereinigt und daß über dem *Basalis* regelmäßig ein medialwärts gerichteter zipfelförmiger Ausläufer des **Put.** mit γ_2 - und γ_3 -Zellen erscheint.

Im weiteren Verlauf kommt es zum Anwachsen des Hauptkomplexes des **Am.** auf seinen größten Umfang (**Diag 9**, Schnitt 1120). Ventrolateral vom **Api** hat sich der laterale Kern **Apl** eingestellt, während **Api** selbst sein lateralwärts gerichteter Kopfteil zugewachsen ist. Gleichermaßen als Drehpunkt dieses Kopfteiles findet sich an seinem Hals ventrolateral regelmäßig eine γ_2 -*Insel*. Es ist dieselbe, die wir auf **Diag 8** an der dorsolateralen Ecke von **Api** fanden. Es handelt sich also um einen durchgehenden Zellstrang, auf den übrigens schon Brockhaus aufmerksam machte. Dieser γ_2 -*Zellstrang* hat nach lateral Anschluß an den Rest des **Put. lim.** Auch die γ_2 -*Insel* über **Apm** ist regelmäßig nachweisbar und bildet also förmlich ein geschlossenes Dach über diesem Kern. Auch

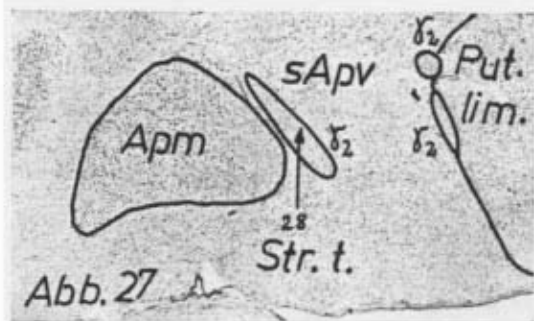


Abb. 27. Caudaler Beginn des Hauptkomplexes des Mandelkerns (**Apm**), γ_2 -*Inseln* am Rande des Supraam. und am Rande des **Put. lim.** Vergr. 10 : 1, Ph. 35599. **Apm** = Amygdaleum profundum mediale, **Put. lim.** = Putamen limitans, **sApv** = Supraamygdaleum profundum ventrale.

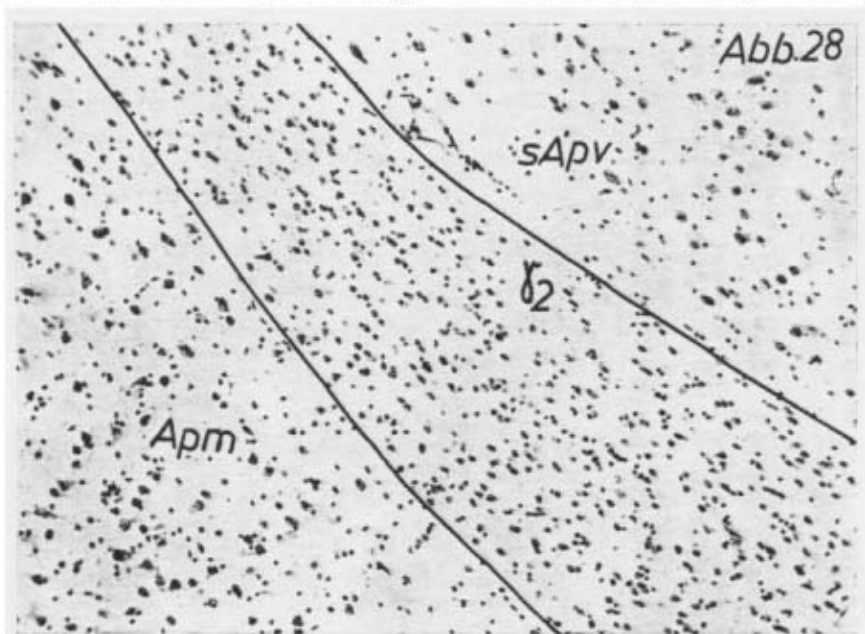


Abb. 28. Ausschnitt aus **Abb. 27**, γ_2 -*Insel* am Rande des Supraam. über **Apm**. Vergr. 100 : 1, mPh. 25687.

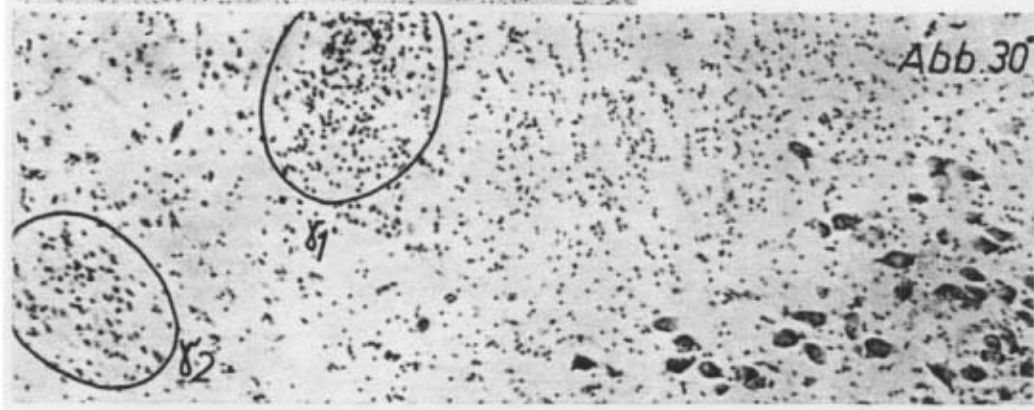
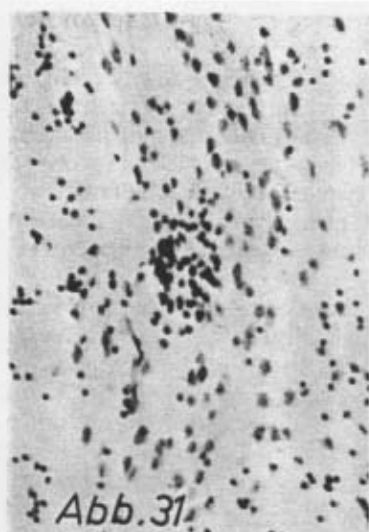
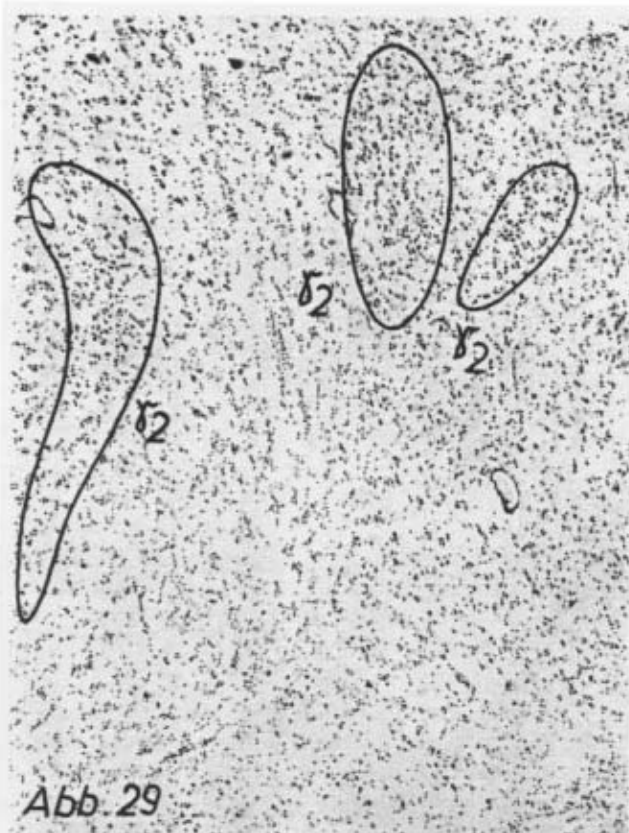


Abb. 29. Ausschnitt aus Diagramm 8, eine γ_2 -Insel am Rande des Api (li) und zwei γ_2 -Inseln am Rande des Put. lim. (re). Vergr. 50 : 1, Ph. 35 440.

Abb. 30. Drei-Grisea-Eck (Put., Pall., Bas.) mit γ_2 - u. γ_1 -Insel u. Bas.-Haufen. Vergr. 100 : 1, Ph. 35 580.

Abb. 31. Kokardenbildung = γ_1 -Insel in einer γ_2 -Insel am Drei-Grisea-Eck (Put., Pall., Bas.). Vergr. 200 : 1, Ph. 35 577.

dorsomedial über dem **Api**-Kopf finden sich regelmäßig γ_2 -Inseln. Ebenso bleibt der mediale γ_2 -Zipfel des **Put.** über dem **Bas.** weiter nachweisbar.

Auch weiter oral finden sich noch immer rings um den kleiner werdenden **Api-Kopf** γ_2 -Inseln, während das schneller reduzierte **Apm** diese nicht mehr zeigt. **Apl** weist dagegen keine γ -Inselbildung auf.

Auf der Höhe des Schnittes 1330 ist vom **Mandelkern** nur noch der orale Rest von **Apl** nachweisbar, der von Gruppen von Zellen des ventralen kleinzelligen Griseum des **Am** (**Apv**) gesäumt ist, die zu der charakteristischen Konglomeratbildung neigen¹⁾. Nur vereinzelt kommen unter den **Apl** säumenden Inseln auch solche aus den

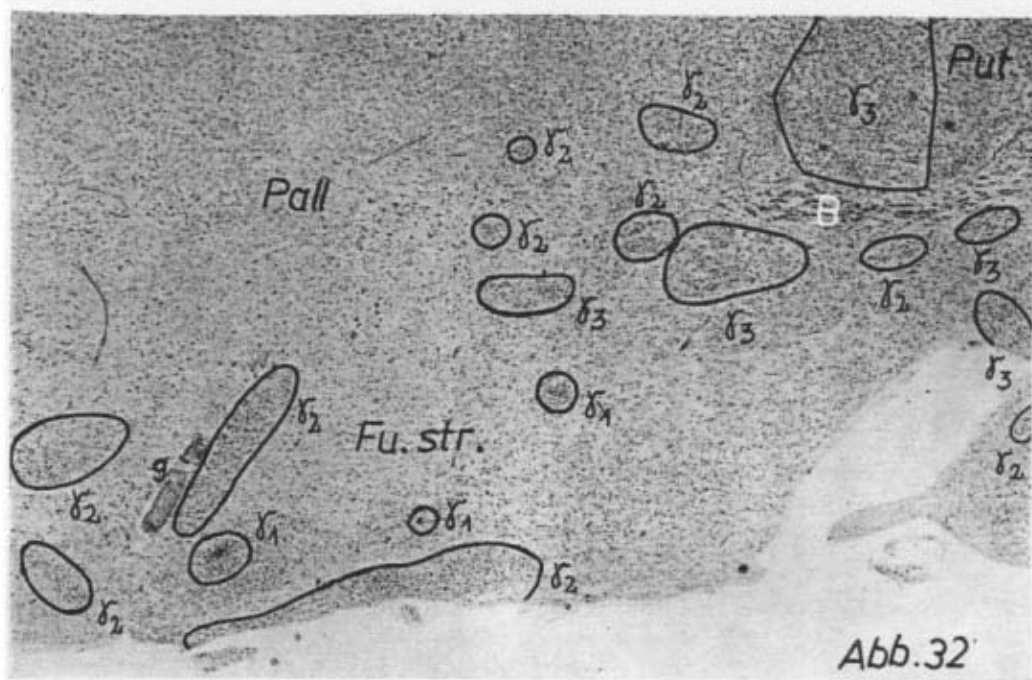


Abb. 32. γ -Inselgruppen am med. Put.-Zipfel und in der Substantia perforata ant. Vergr. 20 : 1, Ph. 35584. B = Basalis, Fu. str. = Fundus striati, g = Gefäß, Pall = Pallidum, Put. = Putamen.

oben an der Basis von **Apv** beschriebenen, sehr dunklen kleinen, aber nucleolushaltigen Kernen von ovoider Gestalt vor, die keine Übergangsformen mit Plasma-saum aufweisen. Im Bereich des *Temporallappens* sind auch weiterhin keine γ -Inseln mehr nachweisbar.

Dagegen finden sich jetzt dorsal davon in der hier die Hirnbasis bildenden *Substantia perforata anterior* γ -Inseln ein. Sie gewinnen seit Schnitt 1300 vom γ_2 -zelligen medialen **Put.**-Zipfel aus Verbreitung nach ventromedial. Da diese Gruppe weiter oral auch Anschluß an die γ -Inseln des *Fundus striati* mit seiner dem *Septum* benachbarten besonders dichten Inselgruppe gewinnt, wollen wir sie in dieser Richtung weiter verfolgen.

Wir haben nun jeweils die noch getrennten subcaudalen und ventromedial vom **Put.** gelegenen Inselbereiche zu beschreiben. Es zeigt sich dabei, daß jetzt, nachdem wir den Ausgangsschnitt (1301) unserer Beschreibung der Frontalschnitt-

¹⁾ Vgl. die genaue Darstellung des ventralen Kernes in meiner Mitteilung über den Hauptkomplex des Mandelkerns. J. f. Hirnf. 3, H. 1 (1957).

serie nach oral überschritten haben, neben der *ventralen Caudatumrand-Insel*, die im dorsalen Bereich auf allen Schnitten bei wechselnder Ausprägung nachweisbar war, sich nun kleine γ_1 -Zellen einfinden, die an der *Capsula interna* herabziehen (**Diag 10**, Schnitt 1351). Im ventrolateralen Bereich finden wir um den γ_2 - bzw. γ_3 -zelligen *Putamen*-Zipfel und die hier jetzt erscheinende *Commissura anterior* unmittelbar über dem **Bas.** eine besondere Häufung von Inseln. Es ist zugleich der Ort, wo

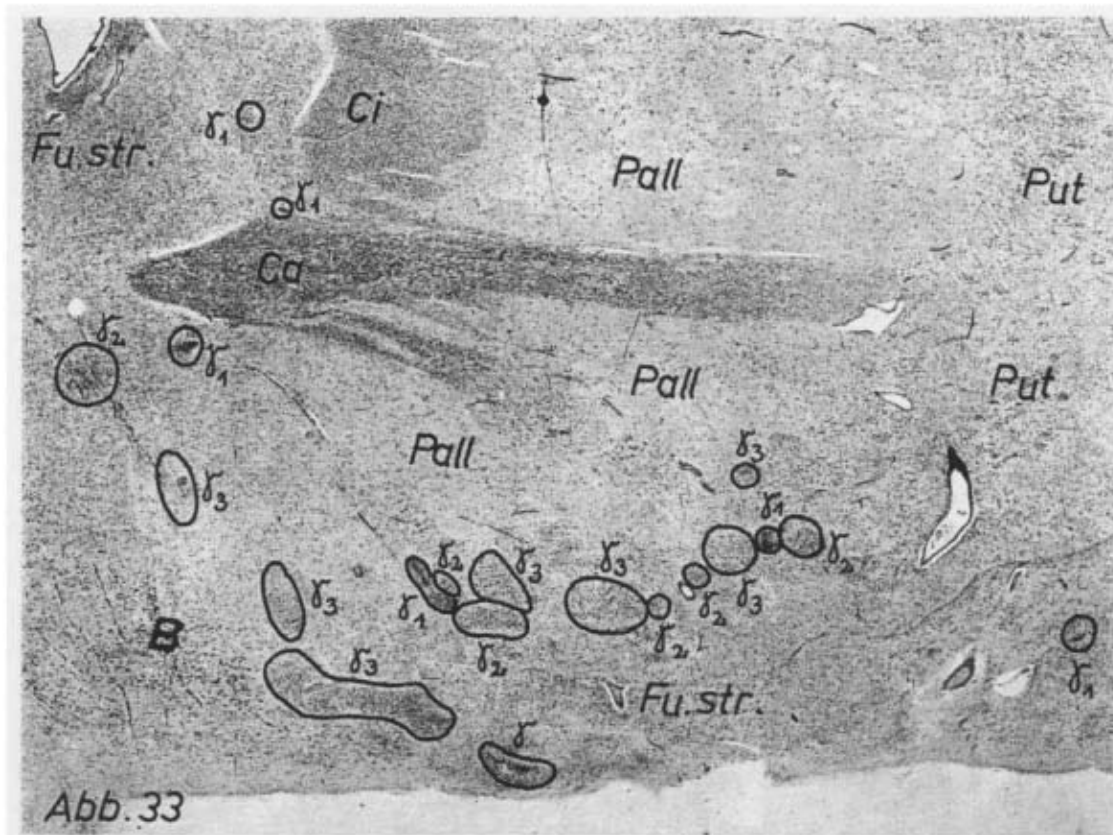


Abb. 33. Fundus striati (N. accumbens) mit γ -Inseln. Vergr. 10 : 1, Ph. 35 600. B = Basalis, Ca = Commissura anterior, Ci = Capsula interna, Fu str. = Fundus striati, Pall = Pallidum, Put = Putamen.

der **Bas.**, wie von Brockhaus, Grünthal u. Kodama phylogenetisch begründet wurde, regelmäßig noch einen Zipfel nach dorsal zwischen **Put.** und **Pal.** sendet. So kommt an diesem, wie man sagen kann, *Drei-Grisea-Eck* ein sehr vielfältiges Bild heterogener Elemente zustande. **Abb. 30** zeigt die Gruppierung je einer γ_1 - und γ_2 -Insel und eines Basalishaufens an diesem Eck, während **Abb. 31** eine andere charakteristische Inselformation des *Drei-Grisea-Ecks* zeigt, eine „Kokardenbildung“: die Einbettung einer kleinen γ_1 -Insel in eine größere γ_2 -Insel, die auch in **Diag 10** wiedergegeben ist. Ventral von dem *Drei-Grisea-Eck* reihen sich einzelne γ_1 - und γ_2 -Inseln in der *Substantia perforata anterior* bis zum Sulcus hemisphericus auf.

Im weiteren Verlauf gewinnt diese laterale, vom medialen *Putamen*-Zipfel ausgehende Inselgruppe nach medial im Bereich der *Substantia perforata anterior* weiter an Raum (**Abb. 32** Schnitt 1397). Es ergibt sich ein sehr vielgestaltiges Bild von γ_1 -, γ_2 - u. γ_3 -Inseln, die nun in ein striatales Grau, das etwas klein- und dichtzelliger

als das *Put.* ist (*Fundus subventricularis* nach Brockhaus), eingebettet sind. Man erkennt in der Abbildung auch eine juxtavasculäre γ_2 -Insel, die eines der sehr großen, hier eintretenden Gefäße säumt.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, daß zwei der dicht an der Hirnoberfläche gelegenen Inseln von γ_2 -Zellgröße eine Veränderung ihrer Zellen durch stärkere Markierung von Dendriten zeigen. Eine gleichgerichtete Veränderung beschrieben wir bei den an sich ganz anders gestalteten Zellinseln des *ventralen Griseum* des *Mandelkerns* (*Apvgl*) in Ventrikelnähe. Auch am *Caud.* sind solche Beobachtungen bekannt. Es muß dahingestellt bleiben, ob während der Entwicklung einwirkende Umgebungseinflüsse oder evtl. Fixierungseinflüsse dafür verantwortlich zu machen sind.

Unter dem tiefer tretenden *Caudatumkopf* ist nun ebenfalls der klein- und dichtzelligere *Fundus striati* zu finden, in den einige γ_1 - und γ_2 -Inseln eingebettet sind, die sich zunächst um die hier im medialen Abschnitt angeschnittene *Ca.* gruppieren.

Etwa auf der Höhe des Schnittes 1447 (*Abb. 33*) schließt sich der Bogen des *Fundus striati* von medial und lateral unter dem *Pal.*, wobei verschiedene Inselgruppen, subcaudal, subpallidär und lateral bis zum medialen *Putamenzipfel* Anschluß aneinander gewinnen. Noch weiter lateral finden sich außerdem einzelne γ_1 - und γ_2 -Inseln im ventromedialen Ende der *Capsula externa*, die meist gefäßnahe gelagert sind.

Mit dem tiefer tretenden *Caudatumkopf* hat sich auch das begleitende *subependymale Glialager*, die *Lamina cornea*, weiter nach ventral verlagert und hat auf diesem Schnitt die Ventrikelspitze erreicht. Weiter oral bildet diese *subependymale Glia* einen in ventrolateraler Richtung weisenden Keil, der einer in den letzten Fötalmonaten eintretenden nicht immer vollständigen Ventrikelverklebung entspricht, auf die schon Brockhaus und Opalski aufmerksam machten. Dieser Glia-Keil mit seinem auslaufenden Gliastreifen trennt einen medialen, zum *Septum* gehörigen Teil vom übrigen *Fundus striati* ab (*Diag 11*, Schnitt 1555). Brockhaus bezeichnete diesen kleinst- und dichtestzelligen Teil des *Fund. str.* als *Fundus subventricu-*

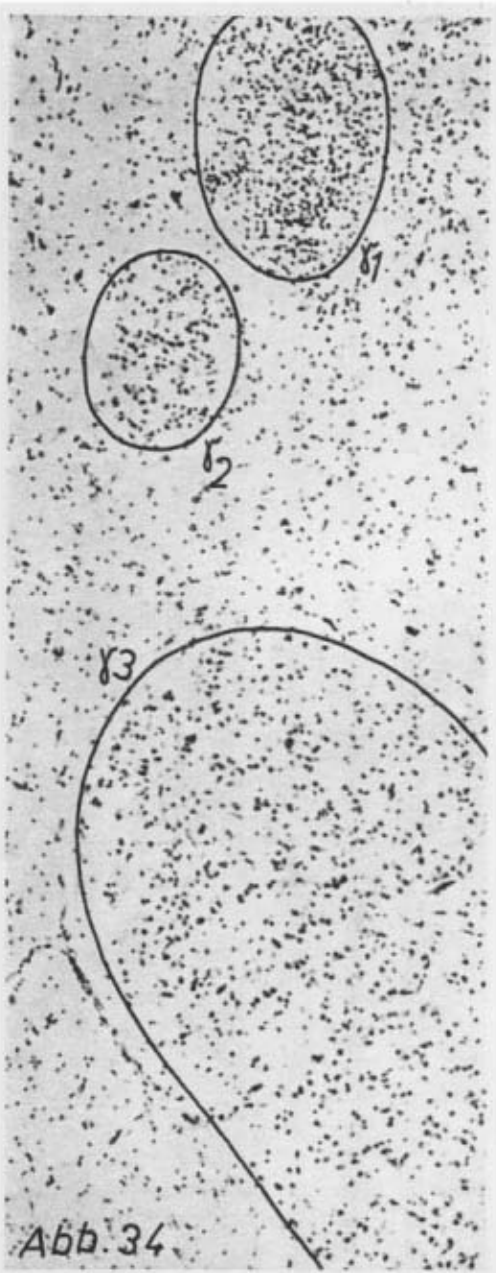


Abb. 34. γ -Inseln aus der med. Gruppe des *Fundus striati* (*N. accumb.*) in ihrer Anordnung dem fötalen Riechventrikel entsprechend. Vergr. 100 : 1, Ph. 35 598.

laris medialis. In seinem medialen Abschnitt ist eine besonders auffallende Kette von γ_1 , γ_2 und z. T. γ_3 -Inseln eingebettet, die bogenförmig nach ventrolateral zieht (vgl. den Ausschnitt in Abb. 34). Von Spiegel und Brockhaus wurde auf die bemerkenswerte Tatsache aufmerksam gemacht, daß diese Inselkette in ihrem Verlauf dem fötal noch

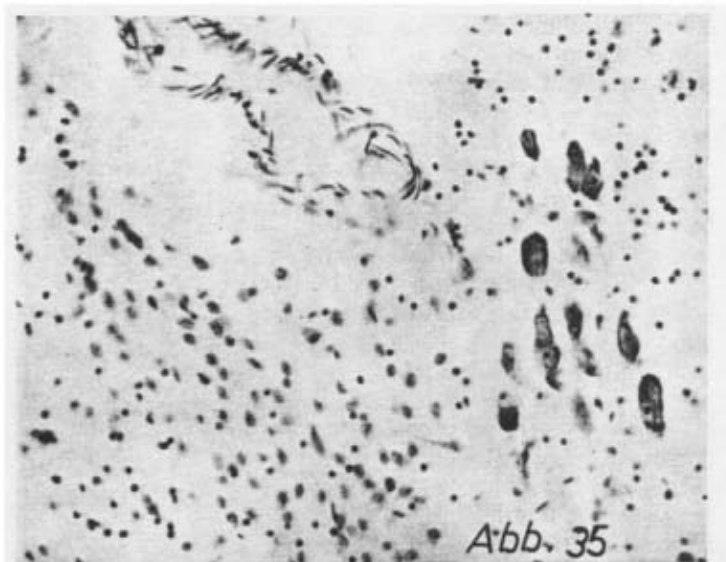


Abb. 35. γ_3 -Insel an der Put.-Pall.-Grenze mit „versprengter“ Basaliszellen-Gruppe, Gefäßanlagerung. Vergr. 200 : 1, mPh. 26322.



Abb. 36. Inselgruppierung von je einer γ_1 -, γ_2 - und Basalis-Insel (B) aus dem Fundus striati im Bereich der Substantia perf. ant. Vergr. 200 : 1, Ph. 35578.

angelegten, etwa im achten Monat obliterierenden Riechventrikel entspricht. Die übrige Inselkonstellation hat keinen grundlegenden Wandel erfahren. Hervorzuheben ist jedoch, daß die Einzelinseln im **Fund. str.** jeweils nach wenigen Schnitten verschwinden, um neuen Platz zu machen, daß es sich also um keine Zell-Stränge handelt.

Die dem Lauf der *Stria term.* folgende Beschreibung ihrer Begleitinseln, an die sich die Beschreibung der dem phylo- und ontogenetisch von Johnston belegten „amygdaloid enlargement“ des Begleitkerns der *Stria* entsprechenden Inseln des **Supraam.** und schließlich die Beschreibung der Inseln des **Fund. str.** anschloß, ist hiermit

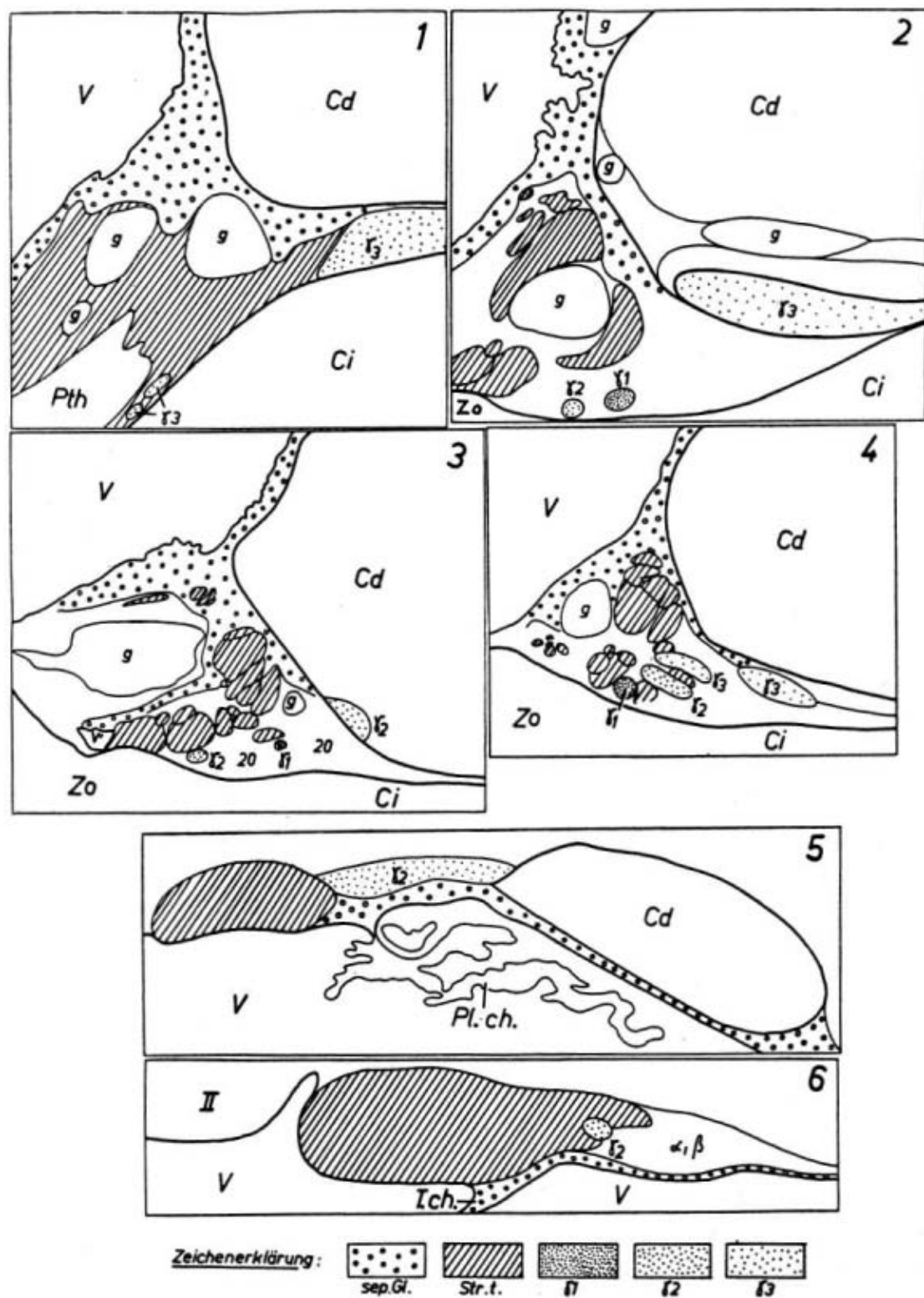
beendet. Zwischen den letzten beiden Bereichen bestand insofern eine „Inselbrücke“, als der nach medial gerichtete, subpallidäre γ_2 - und γ_3 -zellige *Putamenzipfel* schon über dem **Supraam.** nachweisbar war und weiter oral zum Ausgangspunkt einer ganzen Gruppe der Inseln des **Fund. str.** wurde.

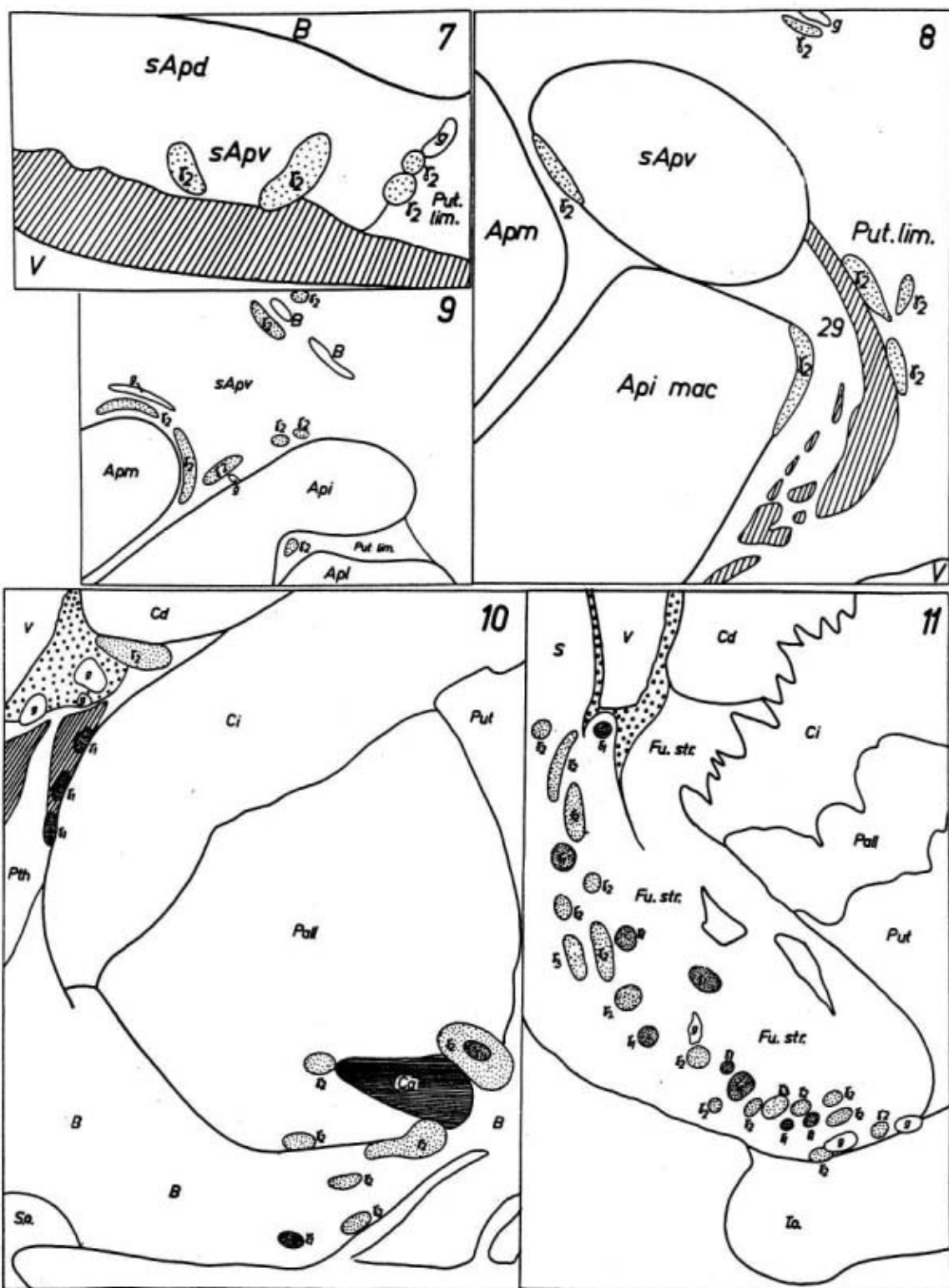
Es bleibt nun noch nachzutragen, daß auf einigen Schnitten auch weiter dorsal etwa in der Mitte der **Put. Pal.**-Grenze eine durch Faserbündel gut umgrenzte und sich deutlich abhebende γ_2 -Insel zu finden war. Wir haben eine solche auf Abb. 13 zur Abbildung gebracht. **Abb. 35** gibt eine weitere wieder, die eine bemerkenswerte örtliche Beziehung zu einer Gruppe von *Basaliszellen* zeigt, wie sie an der **Put.-Pal.**-Grenze nicht selten als Rudiment der phylogenetisch älteren Position des *Basalis* vorkommen. Obendrein besteht hier wieder die oben beschriebene Gefäßanlagerung. Diese Nachbarschaftsbeziehung von γ -Inseln zu *Basalis-Haufen* war ja schon am *medialen γ -zelligen Putamenzipfel* nachweisbar (Abb. 30). Ein schönes Beispiel für diese Inselgruppierung sei noch aus dem **Fund. str.** im Bereich der *Substantia perforata anterior* gegeben (**Abb. 36**). Noch eine weitere häufige Inselbeobachtung aus dem untersuchten Umkreis ist festzuhalten. Es handelt sich um eine juxtavasculäre γ_2 -Insel, die sehr häufig im Unterhorn des Seitenventrikels lateral vom *Caudatum-schwanz* im Bereich der hier gut ausgebildeten *subependymalen Glia* zu finden war. Da Insel und Gefäß immer etwa den gleichen Abstand vom **Caud.** hielten, gewann man den Eindruck, daß es sich um einen Zellstrang längs eines einheitlichen Gefäßes handelt.

Diagramm 1–11 von A 58r (Frontalschnittserie). Vergr. von Dia 1–8 15fach, von Dia 9–11 7fach. Die Diagramme wurden mit dem Abbeschen Zeichenapparat nach dem Faserbild angefertigt. Die Umrisse der Grisea und der Insel wurden nach dem Mikroskop mit Hilfe der mit Cresylviolett gefärbten Nachbarschnitte eingetragen.

Dia 1, Schn. 1302	Dia 2, Schn. 1151	Dia 3, Schn. 1001
Dia 4, Schn. 701	Dia 5, Schn. 400	Dia 6, Schn. 701
Dia 7, Schn. 900	Dia 8, Schn. 1001	Dia 9, Schn. 1120
Dia 10, Schn. 1351	Dia 11, Schn. 1555	

II = Tractus opticus, Api = Amygdaleum profundum intermedium, Apl = Amygdaleum profundum laterale, Apm = Amygdaleum profundum mediale, B = Basalis, Ca = Commissura anterior, Cd = Caudatum, Ci = Capsula interna, Fu. str. = Fundus striati, g = Gefäß, Pall = Pallidum, Pl. ch. = Plexus chorioideus, S = Septum, sApv = Supraamygdaleum profundum ventrale, sApd = Supraamygdaleum prof. dorsale, T. ch. = Taenia chorioidea, T. o. = Tuberculum olfactorium, V = Ventrikel, Ependym-Divertikel, Zo = Zonale des Thalamus.





Besprechung

Es gehört seit einigen Jahren zur Arbeitsweise dieses Institutes, durch Vertiefung der cytologischen Methoden der Hirnforschung neue Erkenntniswege zu erschließen. Die vorliegende Arbeit hatte sich in diesem Rahmen zum Ziel gesetzt, unter Anwendung über die ursprünglichen, cytoarchitektonischen Methoden hinausgehender Vergrößerungen, Inselbildungen bestimmter topographischer Bereiche, für die ein ontogenetischer Zusammenhang angenommen wurde, zu analysieren.

Am Anfang stand das mikroskopische „Erlebnis“ der histologischen Identität von Inselbildungen des *Fundus striati* (*N. accumbens*) mit solchen des *Supraamygdaleum*, des Teiles des *Mandelkerngebietes*, den Kappers noch *Nucleus striae terminalis* nannte. Nun war es Johnston gelungen, nicht nur in der Wirbeltierreihe, sondern auch beim menschlichen Föt einen durchgehenden Begleitkern der *Stria*, sein „*stria-terminalis-bed*“ nachzuweisen, für den sich allerdings beim erwachsenen Menschen bisher noch kein Anhalt ergeben hatte¹⁾. Ontogenetisch konnten von ihm sowohl der *N. accumbens*, das „*stria-terminalis-bed*“, wie das „*amygdaloid enlargement*“ dieses Begleitkerns der *Stria*, das die Kerne des *Supraam.* bilden half, auf den *medialen Wulst* des *Ganglienbügels* als *Matrix* (*medial ridge* bei Johnston, *medialer Schenkel* bei Kappers, *medialer Teil* bei Kodama) zurückgeführt werden.

Es lag daher nahe, den Derivaten des *medialen Wulstes des Ganglienbügels* in Form möglicher Inselbildungen beim erwachsenen Menschen nachzugehen. Gleichartig aufgebaute Inseln wie im *Fundus striati* und *Supraamygdaleum* konnten längs der *Stria terminalis* tatsächlich nachgewiesen werden, und zwar konnten nach der Größe der sie zusammensetzenden Zellen drei Inselarten unterschieden werden: γ_1 -Inseln, γ_2 -Inseln und γ_3 -Inseln. Bei den γ_1 -Zellen handelt es sich um nackte Zellkerne mit zentralem Nucleolus, während es sich bei den γ_2 - und γ_3 -Zellen morphologisch um Zwischenstufen zu der kleineren Zellart der kleinen *Striatumzellen* handelt (β -Zellen nach Namba).

Bei 2000facher Vergrößerung ergab die Gegenüberstellung der γ_1 -Zellen mit den *Matrixzellen* vom *Ganglienbügel* eines 8monatigen Föt eine hochgradige morphologische Verwandtschaft zwischen beiden, bis auf die Einzahl des zentral gelagerten Nucleolus der γ_1 -Zellen, der bei den *Matrixzellen* häufig noch zweifach vorhanden ist.

¹⁾ Erst nach Abschluß dieser Arbeit wurde mir eine Abhandlung von Kappers zugänglich, in der sich diesbezügliche Angaben finden, die mit meinen Ergebnissen in Übereinstimmung gebracht werden können. (Kappers: The ontogenetic development of the corpus striatum in birds and a comparison with mammals and man. Proceedings of the Section of Sciences Vol. 26, S. 135 (1923).

Zunächst rechnet Kappers bekanntlich im Gegensatz zu Spatz das *Pal.* dem Endhirn zu. Und zwar soll es gerade als „*Palaeostriatum*“ vom *medialen Teil* des *Ganglienbügels* abstammen, während sich das eigentliche *Striatum* als „*Neostriatum*“ vom *lateralen Teil* herleitet. *Medial* vom *Pal.* innerhalb der *Capsula interna* und längs der *Stria terminalis* seien im Erwachsenen Gehirn ebenfalls noch Spuren von grauer Substanz zu finden, die zum „*Palaeostriatum*“ gehören. Kappers spricht hier von einer „*substantia palaeostriatica caudata*“ der Säuger, die auch beim Menschen beobachtet werden könne. Zweifellos handelt es sich bei diesem Hinweis um die von mir beschriebenen Zellinseln bzw. -stränge längs der *Stria terminalis*.

Für die Beurteilung der γ_1 -Zellen erscheint es wesentlich, daß es Beheim gelungen ist, mit der Feulgen-Azan-Färbung auch bei den Körnerzellen des Kleinhirns, die noch etwas kleiner sind als die γ_1 -Zellen, einen Nucleolus nachzuweisen.

Alle drei Inselarten waren in den drei untersuchten Bereichen bei wechselnder Häufigkeit nachweisbar. Insbesondere stellte sich die Kontinuität einer größeren Zellinsel von γ_3 - und zeitweilig überwiegend γ_2 -Zellen am ventralen Rand des Caudatum vom Kopfteil bis zum Abstieg ins Unterhorn in der Frontalschnittserie dar. Es handelt sich also um einen durchgehenden γ -Zellstrang, für dessen Topik charakteristisch war, daß er sich regelmäßig lateral an die Spitze des Keiles der subependymalen Glia, der Lamina cornea, anschloß. Große Striatumzellen waren in dem Zellstrang in keinem Falle zu finden. Gegenüber dem Caudatum unterschied sich dieser Strang nicht nur durch die Kleinheit der Zellen, sondern auch durch die Dichte der Zellagerung und die Aufhellung des Grundfasernetzes. Außerdem war er von diesem durch eine ange deutete Faserkapsel geschieden. Nur in den hinteren Abschnitten wurden die Zellinseln, d. h. also das Querschnittsbild des Zellstranges, zeitweilig kleiner und ihre Grenzen unschärfer. Im Abstieg des Caudatum zum Unterhorn konnte schließlich nur ein schmaler die Stria begleitender Saum von γ -Zellen gefunden werden.

Neben dem geschlossenen Zellstrang am ventralen Caudatumrand waren in der Tiefe des Stria-Winkels auf fast allen geprüften Schnitten noch zwei oder drei kleinere Inseln von γ_1 oder γ_2 -Zellen ventral von den Stria-Bündeln nachweisbar. Sie ließen sich jeweils nur über einige Schnitte verfolgen, um dann anderen gleichartigen Inseln Platz zu machen. Es handelte sich also hierbei um keine Zellstränge.

Im Unterhorn änderte sich das Bild dahingehend, daß zunächst nur ein schmaler Streifen von γ_2 - und γ_3 -Zellen oberhalb einer verdickten subependymalen Gliaschicht Caudatumschwanz und Stria-Bündel verband. Mit der oral zunehmenden ventrolateralen Verlagerung des Caudatumschwanzes riß dieser Verbindungsstreifen gewissermaßen auseinander, und es blieben auf eine längere Strecke nur γ_2 -Zellinseln am Rande der Stria und des Caudatum übrig. Im weiteren Verlauf schloß sich lateral an die Stria ein Zipfel striatalen Graus an, in den die γ_2 -Insel eingebettet war. Etwa 50 Schnitte vor dem Beginn des Hauptkomplexes des Mandelkerns stellten sich über den am Ventrikelrand breit gelagerten Striabündeln die ersten Haufen des Supraamygdaleum ein, in die nun weitere γ_2 -Zellinseln eingebettet waren. Mit dem Erscheinen des medialen Kernes des Hauptkomplexes (Apm) wurde die mediale dieser γ_2 -Inseln mit dem Supraam nach dorsal verschoben und blieb bis zur oralen Reduktion des Apm als seine dorsolaterale Bedachung regelmäßig nachweisbar.

Die lateralen γ_2 -Inseln bildeten dagegen einen medialen Streifen am Rande des schon zuvor am lateralen Rand der Stria aufgetauchten striatalen Graus, das nun Anschluß nach dorsal an das Put. ventrale gewann. Es unterscheidet sich von diesem durch seine besondere Klein- und Dichtzelligkeit, die die γ_2 -Inseln als Verdichtung des Grundes erscheinen läßt, und wurde von Brockhaus, der schon auf die in ihm enthaltenen „Zell-Schwärme“ (γ_2 -Inseln unserer Nomenclatur) aufmerksam machte, als Put. limitans bezeichnet.

In räumlichem Zusammenhang mit den γ_2 -Inseln des **Put. lim.** steht noch ein γ_2 -Zellstrang am lateralen Rand des heranwachsenden *Intermedialkernes* des *Mandelkerns* (**Api**), der zum Drehpunkt für den weiter oral sich entwickelnden Kopfteil dieses Kernes wird. Dieser dünne Zellstrang ist mit großer Konstanz auch in andern Gehirnen nachweisbar. In einem Fall (A 74) ging von ihm sogar ein γ_2 -Zellstreifen aus, der ein Faserbündel, das in dorsomedialer Richtung den Engpaß des Halses des **Api** durchbrach, begleitete.

Dorsal über dem *Mandelkern* ist auch jene γ_2 - bzw. γ_3 -Insel zu finden, die als medioventraler Zipfel des **Put.** unmittelbar über dem *Basalis* erscheint und von nun an regelmäßig nachweisbar blieb, so daß sie die Verbindung herstellte zu den γ -Inseln der *Substantia perforata ant.* bzw. des *Fund. str.* Es handelt sich hierbei um das inselreichste und unter diesem Gesichtspunkt bekannteste der drei untersuchten topographischen Bereiche. Wir konnten hier eine *laterale γ -Inselgruppe*, eine *mittlere*, vorwiegend *subpallidäre* und eine *mediale*, an das *Septum* grenzende, die den Bogen zum *Caudatumkopf* schließt, unterscheiden. Diese Inseln sind ebenfalls in ein sehr klein- und dichtzelliges striatales Grau, eben den *Fundus striati* nach Brockhaus, eingebettet, das obendrein arm an *Großzellen* des *Striatum* ist. Auch in diesen drei Inselgruppen waren sowohl γ_1 - wie γ_2 - und γ_3 -Inseln vertreten. Die γ_1 -Inseln treten hier jedoch an Zahl viel stärker hervor als längs der *Stria* und im *Supraamygdaleum*, wo sie nur vereinzelt auftraten.

Es erscheint nunmehr der Schluß berechtigt, daß die gleichstrukturierten Inseln der drei topographischen Bereiche tatsächlich Derivate des gleichen Mutterbodens, eben des *Matrixabschnittes* des *medialen Teiles* des *Ganglienhügels* sind. Die von Spiegel und Brockhaus herausgestellte, mit der Lage des *fötalen Riechventrikels* übereinstimmende Anordnung der an das *Septum* grenzenden *medialen γ -Inselkette* des **Fund. str.** ordnet sich in diesem Zusammenhang gut ein. Wies doch Johnston nach, daß der mediale Teil des *Ganglienhügels* oral in die Wand des *Riechventrikels* übergeht. Es ist dabei weniger anzunehmen, daß das *Ependym* an der Inselbildung beteiligt ist, sondern es ist vielmehr auch hier die *Matrix* des *Riechventrikels* als Mutterboden der Inseln anzusehen. Auf den *medialen Teil* des *Ganglienhügels* wäre nach Johnston und Kodama aber auch der gesamte *Fundus striati* zurückzuführen, in den die γ -Inseln eingebettet sind. Es wären also von diesem *Matrixabschnitt* ausgehende Wanderungsbewegungen anzunehmen, ähnlich wie sie teilweise der Bildung des **Put.** aus dem *Ganglienhügel (lateralen Teil)* zugrunde liegen, an der im übrigen das *Pallium* beteiligt ist.

Einer genauen Prüfung müßte die Frage unterzogen werden, wie weit das ebenfalls *kleinzellige Supraamygdaleum* und das *Put. limitans*, in welchem beide die *amygdalären γ -Inseln* eingebettet sind, als Ganzes auf den *medialen Teil* des *Ganglienhügels* (*amygdaloid enlargement of the stria bed* nach Johnston) zurückzuführen sind.

Es ist noch einzugehen auf den auffallenden räumlichen Zusammenhang der *subependymalen Glia* mit den *Stria-Begleitinseln* bzw. -Strängen. Der *Lamina cornea* genannte Keil *subependymaler Glia* fand nicht nur seine

direkte Fortsetzung in der *ventralen Caudatumrand-Insel* bzw. -Strang, sondern verhielt sich obendrein tatsächlich als „*stria terminalis bed*“, insofern seine durch die *Übergangszellen* charakterisierte *Glia* (Opalski) die *Stria-Bündel* von dorsal her umfaßte und teilweise einhüllte. Er ist daher zweifelsfrei ebenso auf den *medialen Teil* des *Ganglienhügels* zurückzuführen wie die dorsal das *Caudatum* flankierende Anhäufung *subependymaler Glia*, das *Stratum subependymale*, das als Wetterwinkel bekannt ist, auf den *lateralen Teil* des *Ganglienhügels* zurückgeht. Diese besonders reaktionsfähig gebliebene *subependymale Glia* wird von Matrixbeständen gebildet, die bei der grisealen Entwicklung nicht aufgebraucht worden sind. Es liegt nahe, in diesem Zusammenhang von einer „*Residualmatrix*“ zu sprechen, aus der sich die *subependymale Glia* entwickelt.

Als „*Überreste der Matrix*“ hat auch Opalski Ansammlungen von „*Matrixzellen*“ in der *subependymalen Glia* und in größerer Tiefe im Bereich der *Substantia perforata ant.*, des *N. accumbens* und an der Basis des *Mandelkerns* beschrieben. Bei den ersten beiden Bereichen handelt es sich zweifellos um unsere γ_1 -*Inseln*, während die Anhäufungen von „*Matrixzellen*“ im *Mandelkerngebiet* sich durch ihre dunklere Tingierung, die ovoide Form und den Mangel an Übergangsformen mit Plasmasaum etwas von den γ_1 -*Zellen* unterscheiden.

Trotz der von ihm gewählten Bezeichnung „*Matrixzellen*“ wollte Opalski keine progressive Potenz im Sinne der Entwicklungsphysiologen unterstellen. Uns stellt sich diese Frage neu auf Grund unserer cytoarchitektonischen und entwicklungsgeschichtlichen Darstellung der Inselbildungen. Die verblüffende morphologische Ähnlichkeit der γ_1 - mit den *Matrixzellen* konnte oben gezeigt werden. Das gemeinsame Vorkommen mit Inseln der weiteren Entwicklungsstufen in Form der γ_2 - und γ_3 -*Zellen*, die morphologisch Übergangsformen zu den *kleinen Striatumzellen* darstellen, könnte auf ein Stehenbleiben, auf eine Art Hemmungsbildung auf verschiedenen Entwicklungsstufen beruhen. Die Lagerungsform als Zellinsel, die Markarmut, der häufige konzentrische Aufbau der Inseln, wie er das Ergebnis synchroner, ursprünglicher Teilungsvorgänge ist, und die häufige Gefäßanlagerung, wie sie auch von den Keimzentren frühkindlicher Gehirne bekannt ist (Roback und Scherer), sind Zeichen einer primitiven Entwicklungsstufe in der grisealen Entwicklung, die also für alle drei γ -Zellarten gilt.

Es ist bemerkenswert, daß die weitestgehende Entwicklung als γ_3 -*Insel* der *Caudatumrand-Insel* zukam, was auf limitrophe Adaptation (O. Vogt) unter entwicklungsgeschichtlichen Nachbarschaftseinflüssen hinweisen könnte. Damit wurde eine striatale Funktion dieses gesamten Zellstranges wahrscheinlich.

Die Häufung von γ_1 -*Inseln* im **Fund. str.** am Rande des *Septum* und in der *Subst. perf. ant.* legt einen Zusammenhang mit dem Rudimentieren des Riechhirns beim Menschen nahe. Wohl wurden die ersten, die *Callejaschen Inseln*, in der Riechrinde eines Makrosomatikers, des Kaninchens, beschrieben, aber sie waren durchaus nicht so kleinzellig, sondern bestanden aus Pyramidenzellen.

Noch eines ist hervorzuheben: zwischen Telencephalon und Diencephalon besteht nach Spatz ein erhebliches Gefälle im Matrixaufbrauch, der in ersterem

erst in den ersten Monaten nach der Geburt, in letzterem jedoch ein halbes Jahr früher erfolgt. Bei genauem Zusehen aber sind die γ -Inseln weitgehend an die telodiencephale Grenze gebunden: unser beschreibender, einer Kette von γ -Inseln folgender Umgang begann mit den Begleitinseln der *Stria terminalis* an der *striato-thalamischen* Grenze, es folgten die Inseln des *Supraamygdaleum*, das gegenüber dem *Basalis* ebenfalls eine telodiencephale Grenze bildet. Im innern Kreise der telodiencephalen Grenze zwischen **Pal.** und **Put.** waren ebenfalls γ -Inseln nachweisbar mit besonderer Häufung an dem Drei-Grisea-Eck zwischen **Put.**, **Pal.** und **Bas.** Auch der **Fund. str.** grenzte in Form des vordersten Teiles des **Pal.** einerseits und des **Bas.** andererseits an *diencephale* Grisea. Und mit „versprengten“ *Basalis-Zellgruppen* kam es stellenweise zu besonders engen räumlichen Beziehungen.

Die Lagerung an der telodiencephalen Grenze mit ihrer Differenzierungsspanne könnte also neben der allgemeinen Neigung zur phylogenetischen Regression eine entwicklungsphysiologische Bedingung für die Entstehung der eigenartigen Zellformation der γ -Zellen sein.

Da wir somit in dem Grenzcharakter dieser γ -Inseln ihren Hauptwesenszug erkennen, möchten wir abschließend den Namen „*Insulae terminales*“ für sie in Vorschlag bringen.

Zusammenfassung

An Hand einer Frontalschnittserie konnte eine kontinuierliche Kette von histologisch gleichstrukturierten Zellinseln und -strängen längs der *Stria terminalis*, im *Supraamygdaleum* und im *Fundus striati* (*N. accumbens*) nachgewiesen werden.

Insbesondere wurde ein durchgehender Zellstrang am *ventralen Caudatumrand*, bis zu dem die Keilspitze der subependymalen Glia der *Lamina cornea* reicht, aufgefunden.

Die Herkunft aller dieser Zellinseln und -stränge aus einem gemeinsamen Mutterboden, dem Matrixabschnitt des *medialen Teiles* des *Ganglienhügels* nach Kodama (*medial ridge* bei Johnston, *medialer Schenkel* bei Kappers), konnte dargelegt werden. Damit ist auch beim erwachsenen Menschen ein Begleitkern der *Stria terminalis*, „*stria terminalis bed*“ nach Johnston, nachgewiesen.

Die Inseln setzen sich aus Zellen, die kleiner sind als die *kleinen Striatumzellen*, zusammen. Sie konnten in drei Differenzierungsstufen, γ_1 , γ_2 u. γ_3 -Zellen, untergliedert werden.

Cytologisch bedeutungsvoll ist, daß die kleinsten dieser Zellen, die γ_1 -Zellen, bei denen nur ein nackter Kern nachweisbar ist, bis auf die Einzahl des Nucleolus eine weitgehende morphologische Übereinstimmung mit Matrixzellen eines 8monatigen Föt zeigen.

Die γ -Inseln wurden von anderen Inseln abgegrenzt. Das Problem der Funktion der γ -Inseln wurde erörtert. Ein Zusammenhang mit dem Rudimentieren des Riechhirns beim Menschen wird für wahrscheinlich gehalten.

Als charakteristisches topisches Merkmal dieser Inseln wurde außerdem ihre Anordnung längs der telodiencephalen Grenze erkannt, worin ein Hinweis auf eine wesentliche entwicklungsphysiologische Bedingung ihrer Entstehung gegeben sein könnte.

Da die Inseln ein ausgesprochenes Grenzphänomen sind, wird für sie der Name „*Insulae terminales*“ vorgeschlagen.

Literatur:

1. Altschul, R., Die Glomeruli der Area praesubicularis. Z. f. d. ges. Neur. u. Psych. **148**, 50 (1933). — 2. Beheim-Schwarzbach, D., Morphologische Beobachtungen an Nervenzellkernen. J. f. Hirnf. **2**, H. 1 (1955). — 3. Brockhaus, H., Zur normalen und pathologischen Anatomie des Mandelkerngebietes. J. f. Psych. u. Neur. **49**, 1 (1938). — 4. Brockhaus, H., Zur feineren Anatomie des Septum und Striatum. J. f. Psych. u. Neur. **51**, 1 (1942). — 5. Brockhaus, H., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Basalkernkomplex. J. f. Psych. u. Neur. **51**, 57 (1942). — 6. Brunner, H., Beiträge zur Histologie des menschlichen Bulbus olfactorius. Z. Hals- usw. Hk. **6**, 438 (1923). — 7. Calleja, C., La region olfactoria del cerebro. Madrid (1893). — 8. Escolar, J., Beitrag zur Architektonik des Komplexes des Nucleus amygdalae. Verh. Anat. Ges. **52**, Vers. (1954). — 9. Friede, R., Über Furchenfelder in der Wandung der Hirnventrikel. Acta neuroveg. **2**, 84 (1951). — 10. Globus, J. H., Schwarz, H., und Gooler, P., Einige Beobachtungen über die normale Histologie des kindlichen Gehirns. Kli. Wo. **11**, 937 (1932). — 11. Grünthal, E., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über Pallidum und Nucleus basalis. J. f. Psych. u. Neur. **44** (1932). — 12. Johnston, J. B., Evolution of the forebrain. J. comp. Neur. **35** (1922). — 13. Kappers, A., Vergleichende Anatomie des Nervensystems, II, Haarlem (1921). — 14. Kodama, S., Über die sogenannten Basalganglien. Schweiz. Arch. Neur. **18** u. **19** (1926). — 15. Namba, M., Cytoarchitektonische Untersuchungen am Striatum. J. f. Hirnf. **3**, H. 1 (1957). — 16. Opalski, A., Über lokale Unterschiede im Bau der Ventrikelwände beim Menschen. Z. f. Neur. u. Psych. **149**, 221 (1934). — 17. Opalski, A., Studien zur allgemeinen Histopathologie der Ventrikelwände. Z. f. Neur. u. Psych. **150**, 42 (1934). — 18. Roback, H. N., und Scherer, H. J., Über die feinere Morphologie des frühkindlichen Gehirns. Virch. Arch. **294**, 365 (1935). — 19. Sanides, F., Untersuchungen über die histologische Struktur des Mandelkerngebietes. 1. Mitteilung. J. f. Hirnf. **3**, H. 1 (1957). — 20. Spatz, H., Über Gegensätzlichkeit und Verknüpfung bei der Entwicklung von Zwischenhirn und „Basaler Rinde“. Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie, **125**, H. 1/3 (1949). — 21. Spiegel, E., Die Kerne im Vorderhirn der Säuger. Obersteiners Arb. **22**, 426 (1919). — 22. Vogt, C. und O., Morphologische Gestaltungen unter normalen und pathogenen Bedingungen. J. f. Psych. u. Neur. **50**, H. 3/6 (1942). — 23. Ders., Weitere Ausführungen zum Arbeitsprogramm des Hirnforschungsinstitutes in Neustadt/Schwarzwald. J. f. Hirnf. **2**, 403 (1956). — 24. Völsch, M., Zur vergleichenden Anatomie des Mandelkerns und seiner Nachbarorgane. Arch. mikr. Anat. **68** (1906) u. **76** (1910/II).