

ABHANDLUNGEN

NEUNUNDVIERZIGSTER BAND.

ABHANDLUNGEN

VERÖFFENTLICHT VON

360,4

ABHANDLUNGEN
DER MATHEMATISCH-PHYSISCHEN KLASSE
DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN
GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.



ACHTUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 1 KARTE, 12 DOPPELTAFELN, 5 TAFELN UND 49 TEXTABBILDUNGEN.



LEIPZIG
BEI B. G. TEUBNER

1904.

* IV 502



ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.



NEUNUNDVIERZIGSTER BAND.

MIT 1 KARTE, 12 DOPPELTAFELN, 5 TAFELN UND 49 TEXTABBILDUNGEN.



LEIPZIG

BEI B. G. TEUBNER

1904.

Sächsische
Landesbibliothek
Dresden

INHALT.

	Seite
H. HELD, Untersuchungen über den feineren Bau des Gehörorgans der Wirbeltiere. I. Zur Kenntnis des Cortischen Organs und der übrigen Sinnesapparate des Labyrinthes bei Säugetieren. Mit 4 Doppeltafeln, 1 Tafel und 2 Figuren im Text.	1
C. NEUMANN, Ueber die Maxwell-Hertz'sche Theorie. Dritte Abhandlung. Mit 3 Textfiguren	75
F. ZIRKEL, Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten	101
H. HELD, Über den Bau der Neuroglia und über die Wand der Lymphgefäße in Haut und Schleimhaut. Mit 3 Figuren im Text und 4 lithographierten Tafeln	199
O. FISCHER, Der Gang des Menschen. V. Teil: Die Kinematik des Beinschwingens. Mit 5 Doppeltafeln und 8 Textfiguren	319
H. CREDNER, Der vogtländische Erdbebenschwarm vom 13. Februar bis zum 18. Mai 1903 und seine Registrierung durch das Wiechertsche Pendelseismometer in Leipzig. Mit 26 Seismogrammen als Textfig. u. 1 Karte	419
O. FISCHER, Der Gang des Menschen. VI. Teil: Über den Einfluß der Schwere und der Muskeln auf die Schwingungsbewegung des Beins. Mit 3 Doppeltafeln und 7 Textfiguren	531

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN FEINEREN BAU DES OHLRABYRINTHES DER WIRBELTIERE.

I.

ZUR KENNTNIS DES CORTISCHEN ORGANS UND DER ÜBRIGEN SINNESAPPARATE DES LABYRINTHES BEI SÄUGETIEREN

VON

HANS HELD.

Des XXVIII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N^o I.

MIT 4 DOPPELTAFELN, 1 TAFEL UND 2 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG

BEI B. G. TEUBNER

1902.

Einzelpreis: 6 Mark.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

- ERSTER BAND. (I. Bd.)*** Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1852. brosch. Preis 13 M. 60 S.
- A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. Mit 1 Taf. 1849. 2 M. 40 S.
 P. A. HANSEN, Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwicklung der Grösse $(1 - 2\alpha H + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α . 1849. 1 M. 20 S.
 A. SEEBECK, Ueber die Querschwingungen elastischer Stäbe. 1849. 1 M.
 C. F. NAUMANN, Ueber die cyclocentrische Conchospirale u. über das Windungsgesetz v. Planorbis Corneus. 1849. 1 M.
 W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Widerstandsmessungen). 2. Abdruck. 1863. 3 M.
 F. REICH, Neue Versuche mit der Drehwaage. 1852. 2 M.
 M. W. DROBISCH, Zusätze zum Florentiner Problem. Mit 1 Taf. 1852. 1 M. 60 S.
 W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Diamagnetismus). Mit 1 Taf. 2. Abdruck. 1867. 2 M.
- ZWEITER BAND. (IV. Bd.)** Mit 19 Tafeln. hoch 4. 1855. brosch. Preis 20 M.
- M. W. DROBISCH, Ueber musikalische Tonbestimmung und Temperatur. Mit 1 Taf. 1852. 3 M.
 W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. I. Mit 18 Taf. 1852. 4 M.
 P. A. HANSEN, Entwicklung des Products einer Potenz des Radius Vectors mit dem Sinus oder Cosinus eines Vielfachen der wahren Anomalie in Reihen, die nach den Sinussen oder Cosinussen der Vielfachen der wahren, excentrischen oder mittleren Anomalie fortschreiten. 1853. 3 M.
 — Entwicklung der negativen und ungraden Potenzen der Quadratwurzel der Function $r^2 + r'^2 - 2rr'(\cos U \cos U' + \sin U \sin U' \cos J)$. 1854. 3 M.
 O. SCHLÖMILCH, Ueber die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit. 1854. 80 S.
 — Ueber einige allgemeine Reihenentwicklungen und deren Anwendung auf die ellipt. Functionen. 1854. 1 M. 60 S.
 P. A. HANSEN, Die Theorie des Aequatoreals. 1855. 2 M. 40 S.
 C. F. NAUMANN, Ueber die Rationalität der Tangenten-Verhältnisse tautozonaler Krystallflächen. 1855. 1 M.
 A. F. MÖBIUS, Die Theorie der Kreisverwandtschaft in rein geometrischer Darstellung. 1855. 2 M.
- DRITTER BAND. (V. Bd.)** Mit 15 Tafeln. hoch 4. 1857. brosch. Preis 19 M. 20 S.
- M. W. DROBISCH, Nachträge zur Theorie der musikalischen Tonverhältnisse. 1855. 1 M. 20 S.
 P. A. HANSEN, Auseinanderset. e. zweckm. Methode z. Berechn. d. absol. Störung. d. klein. Planeten. 1. Abhdlg. 1856. 5 M.
 R. KOHLRAUSCH und W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitäts-Messungen auf mechanisches Maass. 2. Abdruck. 1889. 1 M. 60 S.
 H. D'ARREST, Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen. Erste Reihe. 1856. 2 M. 40 S.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 1. Abhdlg.: Ueb. d. Mess. d. atmosph. Electricität nach absol. Maasse. M. 2 Taf. 1856. 6 M.
 W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. II. Mit 13 Taf. 1857. 4 M.
- VIERTER BAND. (VI. Bd.)** Mit 29 Tafeln. hoch 4. 1859. brosch. Preis 22 M. 50 S.
- P. A. HANSEN, Auseinanderset. e. zweckm. Methode z. Berechn. d. absol. Störungen d. klein. Planeten. 2. Abhdlg. 1857. 4 M.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuchungen. 2. Abhdlg.: Ueber die thermo-elekt. Eigensch. des Boracites. 1857. 2 M. 40 S.
 — Elektr. Untersuch. 3. Abhdlg.: Ueber Electricitäts-erregung zwischen Metallen und erhitzten Salzen. 1858. 1 M. 60 S.
 P. A. HANSEN, Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen. Mit 2 Taf. 1858. 6 M.
 G. T. FECHNER, Ueber ein wicht. psychophys. Grundgesetz u. dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngrössen. 1858. 2 M.
 W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen mit ursprünglich einzelligem, nur durch Zelltheilung wachsendem Endosperm. Mit 27 Taf. 1859. 8 M.
- FÜNFTER BAND. (VII. Bd.)** Mit 30 Tafeln. hoch 4. 1861. brosch. Preis 24 M.
- W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 4. Abhdlg.: Ueber das Verhalten d. Weingeistflamme in elektr. Beziehung. 1859. 2 M.
 P. A. HANSEN, Auseinanderset. e. zweckm. Meth. z. Berechn. d. absol. Störung. d. klein. Planeten. 3. Abhdlg. 1859. 7 M. 20 S.
 G. T. FECHNER, Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens. 1860. 5 M. 60 S.
 G. METTENIUS, 2 Abhdlgen.: I. Beitr. z. Anatomie d. Cycadeen. Mit 5 Taf. II. Ueber Seitenknospen bei Farnen. 1860. 3 M.
 W. HOFMEISTER, Neue Beitr. z. Kenntn. d. Embryobildung d. Phanerogamen. II. Monokotyledonen. Mit 25 Taf. 1861. 8 M.
- SECHSTER BAND. (IX. Bd.)** Mit 10 Tafeln. hoch 4. 1864. brosch. Preis 19 M. 20 S.
- W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 5. Abhdlg.: Maassbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 1. Theil. 1861. 1 M. 60 S.
 — Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes. 1862. 1 M. 20 S.
 P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechn. d. in d. Mondtafeln angewandten Störungen. 1. Abhdl. 1862. 9 M.
 G. METTENIUS, Ueber den Bau von Angiopteris. Mit 10 Taf. 1863. 4 M. 40 S.
 W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere über elektrische Schwingungen. 1864. 3 M.
- SIEBENTER BAND. (XI. Bd.)** Mit 5 Tafeln. hoch 4. 1865. brosch. Preis 17 M.
- P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechn. d. in d. Mondtafeln angewandten Störungen. 2. Abhdl. 1864. 9 M.
 G. METTENIUS, Ueber die Hymenophyllaceae. Mit 5 Taf. 1864. 3 M. 60 S.
 P. A. HANSEN, Relationen einestheils zw. Summen u. Differenzen u. andertheils zw. Integralen u. Differentialen. 1865. 2 M.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 6. Abhdlg.: Maassbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 2. Theil. 1865. 2 M. 80 S.
- ACHTER BAND. (XIII. Bd.)** Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1869. brosch. Preis 24 M.
- P. A. HANSEN, Geodätische Untersuchungen. 1865. 5 M. 60 S.
 — Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten zu Gotha und Leipzig, unter seiner Mitwirkung ausgeführt von Dr. Auwers und Prof. Bruhns im April des Jahres 1865. Mit 1 Figurentafel. 1866. 2 M. 80 S.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 7. Abhdlg.: Ueber die thermoelekt. Eigensch. d. Bergkrystalles. M. 2 Taf. 1866. 2 M. 40 S.
 P. A. HANSEN, Tafeln der Egeria mit Zugrundelegung der in den Abhandlungen der K. S. Ges. d. Wiss. in Leipzig veröffentlichten Störungen dieses Planeten berechnet und mit einleitenden Aufsätzen versehen. 1867. 6 M. 80 S.
 — Von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1867. 6 M.
- NEUNTER BAND. (XIV. Bd.)** Mit 6 Tafeln. hoch 4. 1871. brosch. Preis 18 M.
- P. A. HANSEN, Fortgesetzte geodätische Untersuchungen, bestehend in zehn Supplementen zur Abhandlung von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1868. 5 M. 40 S.
 — Entwicklung eines neuen veränderten Verfahrens zur Ausgleichung eines Dreiecksnetzes mit besonderer Betrachtung des Falles, in welchem gewisse Winkel vorausbestimmte Werthe bekommen sollen. 1869. 3 M.
 — Supplem. z. d. geodät. Untersuch. benannten Abhdlg., die Reduction d. Winkel eines sphäroid. Dreiecks betr. 1869. 2 M.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 8. Abhdlg.: Ueber die thermoelekt. Eigensch. des Topases. Mit 4 Taf. 1870. 2 M. 40 S.
 P. A. HANSEN, Bestimmung der Sonnenparallaxe durch Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe mit besonderer Berücksichtigung des im Jahre 1874 eintreffenden Vorüberganges. Mit 2 Planigloben. 1870. 3 M.
 G. T. FECHNER, Zur experimentalen Aesthetik. 1. Theil. 1871. 2 M.
- ZEHNTER BAND. (XV. Bd.)** Mit 7 Tafeln. hoch 4. 1874. brosch. Preis 21 M.
- W. WEBER, Elektrodynam. Maassbestimmungen, insbes. über das Princip der Erhaltung der Energie. 1871. 1 M. 60 S.
 P. A. HANSEN, Untersuch. d. Weges e. Lichtstrahls durch e. belieb. Anzahl v. brechenden sphär. Oberflächen. 1871. 3 M. 60 S.
 C. BRUHNS und E. WEISS, Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig und Wien. 1872. 2 M.
 W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 9. Abhdlg.: Ueber die thermoelekt. Eigensch. d. Schwerspathes. M. 4 Taf. 1872. 2 M.
 — Elektr. Untersuch. 10. Abhdlg.: Ueber die thermoelekt. Eigensch. des Aragonites. Mit 3 Taf. 1872. 2 M.
 C. NEUMANN, Ueber die den Kräften elektrodynam. Ursprungs zuzuschreibenden Elementargesetze. 1873. 3 M. 80 S.
 P. A. HANSEN, Von der Bestimmung der Theilungsfehler eines gradlinigen Maassstabes. 1874. 4 M.
 — Ueber d. Darstell. d. grad. Aufsteig. u. Abweich. d. Mondes in Funktion d. Länge in d. Bahn u. d. Knotenlänge. 1874. 1 M.
 — Dioptr. Untersuch. mit Berücksicht. d. Farbenzerstreuung u. d. Abweich. wegen Kugelgestalt. 2. Abhdlg. 1874. 2 M.

*) Die eingeklammerten römischen Ziffern geben die Zahl des Bandes in der Reihenfolge der Abhandlungen beider Classen an.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN FEINEREN BAU DES OURLABYRINTHES DER WIRBELTIERE.

I.

ZUR KENNTNIS DES CORTISCHEN ORGANS UND DER ÜBRIGEN SINNESAPPARATE DES LABYRINTHES BEI SÄUGETIEREN

VON

HANS HELD.

Des XXVIII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N^o I.

MIT 4 DOPPELTAFELN, 1 TAFEL UND 2 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG
BEI B. G. TEUBNER

1902.

~~~~~  
Vorgetragen für die Abhandlungen am 28. Juli 1902.  
Das Manuskript eingeliefert am 4. August 1902.  
Der letzte Bogen druckfertig erklärt am 7. Oktober 1902.  
~~~~~

LEIPZIG
BEI B. G. TEUBNER
1902

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN FEINEREN BAU
DES OURLABYRINTHES DER WIRBELTIERE.

I.

ZUR KENNTNIS DES CORTISCHEN ORGANS
UND DER ÜBRIGEN SINNESAPPARATE DES LABYRINTHES
BEI SÄUGETIEREN

VON

HANS HELD.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER
DES OHRLABYRINTHS DER WIRBELTIERE

I.

ZUR KENNNTNIS DES CORTISCHEN ORGANS
UND DER ÜBRIGEN SINNESAPPARATE DES LABYRINTHS
BEI SÄUGTIEREN

von

HANS HELD.

1. Über den Stützapparat der Haarzellen im Cortischen Organ.

A. Historische Übersicht des Problems einer Befestigung der Haarzellen.

Als *Sinneszellen des CORTISchen Organs* gelten bisher ausschließlich diejenige Reihe von Zellen, welche mit einem oberflächlichen Besatz von Haaren über das Niveau der Lamina reticularis emporragen. Insofern kann also unter Voraussetzung der Richtigkeit dieser Anschauung die übrige Masse von Zellen, welche vom Sulcus spiralis an über die Fläche der Membrana basilaris hin bis zum Ansatz an das Ligamentum spirale verteilt sind, als eine allgemeine Stützeinrichtung aufgefaßt werden, die durch ihre flächenhafte Verklebung aneinander ein allgemeines Lager für die Einfügung jener reizempfindlichen Haarzellen abgibt. Im *besonderen* jedoch erscheinen heute in diesem allgemeinen Haufen von Zellen die *CORTISchen Pfeilerzellen* sowohl wie die *DEITERSchen Zellen* als eine besondere Gruppe von Zellen, welche durch einen *inneren Bau* in ihrem Protoplasma geeignet erscheinen, eine *festere und elastische Stütze* für jene die *Wellen der Endolymphe perzipierenden Haarzellen* abzugeben. Morphologisch gehören zwar noch diese beiden Arten von Elementen, die CORTISchen und DEITERSschen Zellen, zusammen mit den HENSENSchen Zellen einer allgemeinen Gruppe an, welche höher und schlanker entwickelt ist wie die Zellen des Sulcus spiralis und die CLAUSIUSSchen Zellen und dadurch eine Ursache für die hohe wulstartige Gesamtform des CORTISchen Organs überhaupt bildet. Beide unterscheiden sich jedoch histologisch von den HENSENSchen Zellen dadurch, daß sie im Laufe der Entwicklung ein *System feiner und festerer Fäden* in sich ausbilden, welches, wie meine Zeichnungen auf Tafel I—IV angeben, in seiner Gesamtheit so deutlich und eigentümlich zu den Haarzellen angeordnet erscheint, daß der reine Anblick dieses Fasersystems dazu zwingt, es als ein Fachwerk stützender Fäden aufzufassen.

Der *faserige Bau der CORTISchen Pfeilerzellen* ist schon lange bekannt. So gibt bereits v. KÖLLIKER in seiner mikroskopischen Anatomie II, 2 (1852) an, daß sie „leicht streifig oder homogen“ gebaut seien. M. SCHULTZE¹⁾ beschreibt sie dann als faserartige Gebilde, von denen besonders die inneren Pfeilerzellen sich leicht zerfasern lassen. Ebenso gibt DEITERS²⁾ an, daß aus einer solchen inneren CORTISchen Faser „bei beginnender Maceration eine Menge schmaler aber gleichmäßiger nicht eckiger Faserchen hervorgehen“. An den Fasern der II. Reihe, den äußeren Pfeilerzellen, unterscheidet DEITERS eine Hülle und einen konsistenteren Inhalt und erwähnt ferner, daß mitunter in der Faser eine „feine regelmäßige Strichelung“ zu beobachten sei, die sich deutlich „als feine Längsfältchen charakterisieren und demgemäß auch in ihrer Richtung von den Biegungen der Faser modifiziert werden.“ Von BÖTTCHER³⁾ endlich wird die Zusammensetzung der CORTISchen Fasern aus mehreren Fibrillen angegeben, was dann auch NUEL, LAVDOWSKY⁴⁾ und RETZIUS⁵⁾ gefunden. Besonders in seiner letzten Arbeit (biol. Unters. IX. Zur Kenntnis der Gehörschnecke) teilt RETZIUS mit, daß er durch Eisenhämatoxylinfärbung die Zusammensetzung der Pfeiler aus einzelnen Fäden sehr deutlich dargestellt habe; sie sind 14 bis 15 an der Zahl in jeder Zelle vorhanden und noch durch eine hellere Zwischensubstanz von einander getrennt. Beim Meerschweinchen hat JOSEPH⁶⁾ ausführlicher den Bau der Pfeilerzellen beschrieben. Die Substanz der schlanken Pfeilerkörper besteht aus Fibrillen, die im Kopf der Zelle pinselartig divergieren und unten im Fuß kegelförmig ausgebreitet der Membrana basilaris aufsitzen. Außer den Fibrillen sind besondere Einschlüsse von größerer Härte und Konsistenz, ihrer Natur nach hornartige Zellprodukte, zu unterscheiden, welche in den Köpfen der inneren und äußeren Pfeilerzellen sowie im Fuß der äußeren Pfeilerzellen vorkommen.

1) Über die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth. J. Müllers. Archiv 1858.

2) Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea. Bonn 1860. S. 28

3) Über Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. 1869.

4) Untersuchungen über den akustischen Endapparat der Säugetiere. Schultzes Archiv 13. S. 502.

5) RETZIUS, Gehörorgan d. Wirbeltiere, 1884.

6) Zur Kenntnis vom feineren Bau der Gehörschnecke. Anatom. Hefte XIV. 1900.

Letzterer, der äußere Pfeilerfußanschluß, ist ein schief kegelförmiges Gebilde (bei Ratte und Maus mehr flachhügelig); die Kopfeinschlüsse sind in jeder Zelle 2 Halbkörper, deren Breitseiten bei den Nachbarzellen aneinanderliegen und zusammen den ellipsoidischen Einschlußkörper bilden, welchen SCHWALBE noch auf eine Zelle lokalisierte. v. SPEE¹⁾ hat dann in jüngster Zeit in den CORTISCHEN Pfeilerzellen des Menschen ausführlich ein Fasersystem beschrieben, welches mit einem „pyramidenförmig gestalteten Fußbüschel an der Basalfläche der Zelle“ entspringt, die Zelle dann der „Länge nach“ durchzieht und „teilweise im Kopf der Zelle endigt, teilweise auch in dem Schnabel der Zelle weiterläuft und sich bis an dessen Ende zunächst den CORTISCHEN Haarzellen fortsetzt.“ Neu erscheinen die SPEESCHEN Angaben über die dreieckigen Endplättchen der einzelnen Fasern längs des verdichteten Zellrandes der Kopfstücke der Pfeilerzellen.

Über die *Faserstreifen im Innern der DEITERSschen Zellen* stimmen die bisherigen Angaben viel weniger überein. Zum Teil hängt dies damit zusammen, daß schon über die *äußere Form der DEITERSschen Zelle* infolge von technischen Fehlern der Konservierung und solchen aus der Schwierigkeit der Beobachtung stammenden abweichend geurteilt worden ist.

Die Ansichten über die Form der DEITERSschen Zellen und ihre Beziehung zu den Haarzellen sowohl wie zur Lamina reticularis gehen vor den Untersuchungen von RETZIUS²⁾ einesteils dahin, daß sie, wie DEITERS³⁾ und BÖTTCHER⁴⁾ meinen, als bipolare Zellen aufzufassen sind, welche mit einem Fortsatz, den BÖTTCHER zum Unterschied von DEITERS als einen breiten fußartigen bezeichnet, auf der Membrana basilaris festsitzen und mit dem andern, einem dünnen, fadenförmigen Fortsatz entgegengesetzt zur Lamina reticularis schräg emporreichen, der mit je einer Phalanx an ihrer inneren oder „Stäbchenseite“ zusammenhängt. Die beiden Fortsätze sind von DEITERS als zentraler, der Lamina

1) Mitteilungen zur Histologie des CORTISCHEN Organs in der Gehörschnecke des erwachsenen Menschen. Verhandl. d. anat. Gesellschaft Bonn. 1901.

2) Zur Histologie der häutigen Gehörschnecke. 1882. Das Gehörorgan der Wirbeltiere. II. 1884.

3) Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea. S. 59—61.

4) Über Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths nach Untersuchungen an Säugetieren. 1869. S. 99—104.

reticularis angehefteter, und peripherer Fortsatz bezeichnet und unterschieden worden mit der besonderen und wichtigen Angabe, daß der periphere zur Membrana basilaris absteigende Fortsatz mit einer stielartigen Verlängerung der CORTISCHEN Zellen, den jetzigen Haarzellen, zusammenhänge. Dieser basilare Fortsatz der Haarzellen, der sogenannte „Verbindungsstiel“, dient dann nach DEITERS der Anheftung der Haarzellen an der Basilarmembran, sodaß also hiernach an dieselbe Stelle jener Haut DEITERSSCHE Zellen wie Haarzellen befestigt wären, welche Anheftungsstellen als „dreieckige, bei günstiger Lage schaufelförmige Anschwellungen“ jener rundlichen Stiele erscheinen. Dieser DEITERSSCHE Verbindungsstiel, der nach meiner Beobachtung und Auffassung einen wichtigen Stützapparat für den Boden der Haarzellen abgibt, wie weiter unten gezeigt wird, ist dann von den späteren Beobachtern teils bestätigt teils bestritten worden. So leugnet ihn BÖTTCHER und läßt infolge dessen auf seinen schematischen Zeichnungen den dünneren unteren Fortsatz der Haarzellen, seiner „absteigenden Hörzellen“, nach innen von den breiteren Füßen der DEITERSCHEN Zellen, seinen sogenannten „aufsteigenden Hörzellen“, angeheftet sein. Auch HENSEN¹⁾ hat keine stielartige Verbindung der Haarzellen mit jenen Zellen gesehen.

Im Gegensatz zu dieser ersten Anschauung, nach der also Haarzellen und DEITERSSCHE Zellen zweierlei sind, wenn sie auch nach DEITERS durch einen Verbindungsstiel an der Membrana basilaris vereinigt sind, wurde dann von GOTTSTEIN²⁾ und WALDEYER³⁾ die Lehre aufgestellt, daß die äußeren Haarzellen als Zwillingzellen aufzufassen wären, welche durch Verschmelzung der Haarzellen mit den DEITERSCHEN Zellen zustande kommen; die Unmöglichkeit, beide vollständig zu isolieren, soll nach GOTTSTEIN beweisen, daß zum mindesten eine innige Verklebung, wenn nicht Verwachsung, zwischen beiden Anteilen bestehe. Diese Doppelzellen zweigen dann in der Höhe des unteren Kerns (Anteil der DEITERSSCHEN Zelle) zwei Fortsätze ab, einen seitlichen als „Phalangenfortsatz“ und einen „Basilarfortsatz“, welcher ein-

1) Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugetiere. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. 13. 1863.

2) Über den feineren Bau und die Entwicklung der Gehörschnecke beim Menschen und den Säugetieren. Arch. f. mikr. Anatomie. 8. 1872.

3) Hörnerv u. Schnecke in Strickers Handbuch d. Gewebelehre II. 1872.

mal unten an die Membrana basilaris festgelötet ist und andererseits am oberen Ende in zwei Arme sich gabelt, welche den oberen Kern der Doppelzelle (Kernanteil der Haarzelle) umklammern. Da beide Fortsätze sich im unteren Teil der Doppelzelle vereinigen (siehe die WALDEYERSche Abbildung 328 in Strickers Handbuch d. Gewebelehre S. 935), so war damit die ursprüngliche Beobachtung von DEITERS wieder aufgenommen und seine Lehre vom Verbindungsstiel aufs neue gestützt worden. Für die Ansatzweise des unteren Fortsatzes oder des DEITERSschen Verbindungsstieles fand dann NUEL¹⁾, daß die Stiele der beiden innersten Zellenreihen „in polygonalen Feldern enthalten sind, die sich gegenseitig wie ein Pflasterepithel berühren“, was dann LAVDOWSKY auch für die 3. Reihe erweiterte, jene aber zugleich nicht für Zellmembranen, sondern für Anteile eines unteren faserigen und zwar bindegewebigen Stützapparates erklärte. In einer größeren Arbeit erweiterte dann NUEL²⁾ bedeutend die Vorstellungen von der Form der DEITERSschen Zellen, die als Cylinderzellen aufgefaßt werden, die mit seitlichen konischen Fortsätzen versehen sind, welche faserig gebaut sind und an der Membrana reticularis inserieren, wobei sie seitlich schräg und zwar an 3 CORTISchen Zellen hinweg abgelenkt sind. Unten stoßen die Begrenzungsmembranen der DEITERSschen Zellen zu sechseckigen Flächen auf der Membrana basilaris zusammen, in denen sich die Fußpunkte der unteren Fortsätze der Haarzellen oder der DEITERSschen Verbindungsstiele befinden. Woraus NUEL gefolgert und durch Beobachtung bestätigt gefunden hat, daß jene unteren Stiele in die DEITERSschen Zellen eindringen. Neu ist dann noch und wichtig, wie die späteren Auseinandersetzungen meinerseits zeigen werden, die Beobachtung NUELS, welche in zwei Fällen in den DEITERSschen Zellen einen zentralen Längsfaden nachwies.

Die umfangreichen Untersuchungen von RETZIUS über das Gehörorgan sind dann in gewisser Weise für die Erkenntnis der Form und der Bedeutung der DEITERSschen Zellen sehr wertvoll geworden, wenn sie auch in anderer Hinsicht über die DEITERS-

1) Beitrag zur Kenntnis der Säugetierschnecke. Arch. f. mikr. Anatomie 8.

2) Recherches microscopiques sur l'anatomie du limaçon des mammifères. Mémoires cour. et. mém. des savants étrangers publ. par l'Acad. Royale de Belgique. 1878.

sche Lehre vom Verbindungsstiel zwischen Haarzelle und der nach ihm benannten Stützzelle keineswegs hinausgekommen sind.

Seine Beschreibung der DEITERSschen Zellen beim Kaninchen ist kurz folgende¹⁾: sie stehen in 3 alternierenden Reihen zu den Haarzellen, haben ein oberes spitzes Ende, welches schief nach oben aus der radiären Richtung abgelenkt ist, sodaß es erst in der Höhe der 3. Haarzelle mit einer zapfenartigen Verbreiterung in das innere breite Ende einer Phalanx der Lamina reticularis übergeht. Bei den beiden inneren Zellen ist das Phalangenende 8- oder bisquitförmig, bei der dritten Zellreihe aber polygonalgeformt und entspricht dem sogenannten „Schlußrahmen“. Abwärts setzt sich der obere fadenförmige Fortsatz allmählig in einen stark gekörnten, protoplasmatisch nicht besonders scharf begrenzten Zellenkörper fort, welcher dann schließlich in einen hellen leicht schrumpfenden und zerstörbaren Zellteil übergeht, der unten mit sechseckiger Grundfläche im Sinne der NUELschen Beobachtung auf der Basilarmembran befestigt ist. In der ganzen Länge und zwar am inneren Rande ist nun jede DEITERSsche Zelle von einem glänzenden Faden durchzogen, den schon NUEL gelegentlich beobachtet aber nicht für typisch gehalten hatte, und der mit dreieckiger oder trichterförmiger Verbreiterung ebenfalls der Basilarmembran angeheftet ist. Zum Unterschied von NUEL und DEITERS aber meint RETZIUS, daß NUEL durch seine eigentümliche Auffassung, wonach die unteren Ausläufer der Haarzellen oder die DEITERSschen Verbindungsstiele in die DEITERSschen Zellen eindringen, nur die Konfusion der Ansichten gesteigert habe, da diese Fäden ganz bestimmt nur den DEITERSschen Zellen allein angehörten und keine Verbindung irgendwelcher Art mit ihnen eingingen. Ebenso gibt RETZIUS bezüglich der Katze (l. c. S. 322) folgendes an: „die Fäden, welche bis zur Basilarmembran laufen und sich dort in den Fußflächen der DEITERSschen Zellen befestigen, gehören ganz und gar diesen letzteren Zellen an — was ich besonders gegen NUEL hervorhebe, der die Verhältnisse bei der Katze eingehender beschrieben und dargestellt hat. Diese Fäden laufen wie beim Kaninchen stets innerhalb der DEITERSschen Zellen, in der Nähe ihrer inneren Fläche und weiter an dem Kern vorbei, durch die körnige Partie,

1) Das Gehörorgan der Wirbeltiere. 1884. S. 289—291.

wonach sie durch den oberen Fortsatz bis zur Phalange sich fortsetzen; sie haben deshalb nichts direkt mit den Haarzellen zu tun.“ Zu demselben Resultat kommt RETZIUS auch bei den DEITERSSchen Zellen des Menschen.

v. SPEE¹⁾ endlich beschreibt die DEITERSSchen Zellen beim Menschen als cylindrische Zellen und unterscheidet einen Basalteil, in dem der „pyramidenförmige Fuß des Faserstranges und in verschiedener Höhe daneben der Zellkern enthalten sind, und einen Halsteil, welcher schief zum Anfang der Zelle steht und an 4—5 CORTISchen Zellen vorbeiläuft, bevor er mit einem Kopfteil in der Lamina reticularis drinsteckt. Die Faserstäbe sind im oberen Halsteil in 7 und mehr Einzelfasern gegliedert, die „gegen den Rand der Kopffläche der Zellen hinziehen und unterhalb dessen in einer bandartigen Platte aus gleicher Substanz wie die Fasern endigen, den Kopfreif der DEITERSSchen Zelle, welcher die Ursache für die Phalangenzeichnung im Flächenbild abgibt.“ Andere Beziehungen der zentralen Fasern der DEITERSSchen Zellen als zur Membrana reticularis resp. basilaris hat v. SPEE nicht gesehen.

Zum Unterschied von diesen Angaben von RETZIUS und von v. SPEE über die Form der DEITERSSchen Zellen und ihre Verbindung mit den unteren Haarzellenenden bedeutet erst die Arbeit von KATZ²⁾ insofern einen wesentlichen Fortschritt, als sie, wie weiter unten sich ergeben wird, die DEITERSSche Lehre vom Verbindungsstiel allein richtig weitergeführt hat.

B. Eigene Beobachtungen.

Meine Untersuchungen über den feineren Bau des CORTISchen Organs umfassen die Gehörorgane bei Meerschwein, Maus, Hund und Katze; als Fixierungsflüssigkeit für die an der Basis oder der Spitze oder auch vom Modiolus her geöffneten Schnecken habe ich zum kleinen Teil die ZENKERSche Flüssigkeit mit nachfolgender Salpetersäure-Alkohol-Entkalkung benutzt, eine Methode, welche aber selbst bei Celloïdineinbettung nicht ganz Veränderungen des allgemeinen Situs des CORTISchen Organs und Ver-

1) (l. c.)

2) KATZ, 1.) Beitrag zur Frage über die Verbindung der CORTISchen und DEITERSSchen Zellen des CORTISchen Organs und deren Gestalt. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde. Bd. 22. 1888. — 2.) Über die Endigung des Nervus cochleae im CORTISchen Organ. Archiv f. Ohrenheilkunde. Bd. 29. 1896.

quellungen der einzelnen Zellen und ihrer Bestandteile vermeiden läßt. Zum größten Teil habe ich deshalb eine neue Methode der Fixierung mit einem zersetzten Gemisch von Kalium bichromicum, Formalin und Eisessig angewandt, die bei längerer, mehrmonatlicher Einwirkung zugleich eine zwar langsame aber sehr schonende Entkalkung besorgt. Wie die beigefügten Tafeln zeigen, vermag sie den Situs sowie feinere granuläre und faserartige Strukturen der Zellen ziemlich gut zu konservieren; immerhin hängen ihr noch einige Übelstände an, die mich abhalten, schon jetzt genauere Vorschriften über ihre Anwendung aus der Hand zu geben. Als Färbeflüssigkeit habe ich eine einfache molybdänsäurehaltige Hämatoxylinlösung eigener Zubereitung gebraucht, die mehrere Stunden auf heißem Sandbade und unter Verdunstung der Färbelösung einwirkt, nachdem die betreffenden Celloïdinschnitte von ungefähr 10—15—20 μ Dicke 24 Stunden und länger mit einer Lösung von Liq. Aluminis aceti, Kalium bichromicum und Chromalaun oder auch in anderen Fällen von konzentriertem Alsol gebeizt worden sind. Die gefärbten Schnitte werden dann entfärbt, was sich durch Lösungen von Eisensalzen oder Pikrinsäure oder Ferridcyankali und Borax nach WEIGERTScher Vorschrift oder auch durch die PALSche Methodik resp. durch eine kombinierte Anwendung mehrerer Differenzierungsflüssigkeiten hintereinander erreichen läßt. Eine gleichmäßig wirkende Differenzierungsflüssigkeit, die auch in anderen Händen immer zuverlässige und konstante Resultate liefert, zu finden, ist mir jedoch bisher noch nicht völlig geglückt, weshalb ich mir auch hierin genauere Angaben jetzt zu machen versagen muß.

Auf den mir vorliegenden Schnitten sind bei einer bestimmten Differenzierungsart die Knochen entfärbt, die Knochenzellen und ihre Ausläufer verschieden dunkel tingiert; die Muskelfasern zeigen intensive Färbung ihrer Querstreifen, die kollagenen Fasern sind entfärbt, die elastischen Elemente dagegen wiederum schwarz zu erkennen. Die Markscheiden sind dunkel gefärbt, der Achsen-cylinder zeigt ebenso wie die Ganglienzellen als Differenzierungsrest die früher von mir beschriebenen Strukturen von Neurosomen. Die Kerne der Epithelzellen sind teils dunkel, teils völlig bis auf gröbere und feinere Nucleolen entfärbt, was auch für die Kerne der Gefäßwandungen, der Leucocyten gilt; in den Blutplättchen der Gefäßröhren sind die bereits bekannten Körnchen oder

Körnchenhaufen als dunkelschwarze Gebilde zu erkennen. Die Granula der Epithelzellen sind ebenfalls dunkel geblieben oder auch bis auf die als Centrosomen anzusprechenden Reste von gefärbten Körnchen völlig entfärbt. In den CORTISCHEN Pfeilerzellen endlich sowie in den DEITERSSCHEN Zellen zeigen sich gleichmäßiger und tief dunkel gewisse höchst charakteristische Faserstrukturen, die in einer bisher zum Teil unbekanntem Menge und Anordnung konstant an dieser Stelle des CORTISCHEN Organs ausgebildet werden.

Fasersysteme der Cortischen Pfeilerzellen.

Für die *CORTISCHEN Pfeilerzellen* kann ich den bisher bekannten Angaben, die in der obigen Zusammenstellung und Übersicht enthalten sind, wenig Neues hinzufügen, soweit es sich um die Anordnung und die Beziehungen eines inneren Systems von durchgreifenden Fäden handelt. Ich beschreibe deshalb nur kurz, was meine Präparate von den seit v. KÖLLIKER her bekannten Faserstrukturen zeigen.

Die Fasersysteme der CORTISCHEN Pfeilerzellen bilden in der Innen- wie Außenpfeilerzelle einen *kräftigen Faserstab*, welcher im langen *Mittelstück* des Zelleibes selber einen *rundlichen* resp. bei der *Innenpfeilern* *mehr ovalen Querschnitt* führt, *nach unten* dagegen der Membrana basilaris zu in einen von divergierenden Fasern gebildeten *Fußteil* übergeht, sodaß ein ungefähr konischer Hohlraum innerhalb dieses Fasermantels entsteht, welcher von einem entsprechend kegelförmigen *Basalkörper* als einer verdichteten Masse ausgefüllt ist. Dieser Basalkörper ist auf meinen Präparaten graubraun gefärbt und erscheint demnach von einer weniger dichten Beschaffenheit zu sein, wie die Substanz der dunkelschwarz gefärbten Fäden des Faserstabes selber. Ob er, wie JOSEPH meint (s. oben), ein hornartiges Zellprodukt ist, wird ohne besondere Untersuchungen nicht zu entscheiden sein; er kommt aber nicht nur, wie JOSEPH angibt, im *Außenpfeiler* vor („äußerer Pfeilerfußanschluß“ JOSEPH), sondern bildet auch einen konstanten Inhalt der basalen Abschnitte des *Innenpfeilers*. Die *Basalkörper* des *Außen- und Innenpfeilers* erscheinen als *Ursache für die fußartige Verbreiterung des Faserstabes* der CORTISCHEN Pfeilerzellen am Ansatz der Membrana basilaris. Dem Ansatz selber zu zeigen noch die *einzelnen Fasern eine geringe konische Verdickung*, mit der

sie an der basalen Fläche der allgemeinen Zellmembran selber aufgehört angeheftet sind, die wiederum durch eine weitere Kittmasse mit der eigenen Masse der Basilarmembran selber verklebt ist (siehe hierzu Fig. 1—4 auf Tafel I).

Nach oben zu hängen die *Innenpfeilerfasern* wiederum in gleicher Weise, wenigstens zum größten Teil, mit der entgegengesetzt liegenden allgemeinen Zellmembran zusammen, die nur infolge der Anfügung der rundlichen Kopfabschnitte der Haarzellen eine komplizierte Form erhalten und dadurch eine zunächst weniger einheitlich erscheinende Umordnung der einzelnen Faserzüge jenes Faserstabes verursacht hat. Speziell inserieren die *Fasern des Innenpfeilers* und zwar vom *ausgeschnittenen axialen Zellrand* her, welcher die äußere Rundung der inneren Haarzellenköpfe umgreift (Fig. 1—4 Tafel I), *erstens* zum kleinsten Teil an dem kurzen *Innenschnabel*, welcher ein wenig axialwärts in die Lücke zwischen zwei inneren Haarzellen hinein vorspringt, wobei er außerdem noch von der Kopfplatte der inneren Phalangenzelle (s. weiter unten S. 19 und Fig. 7 u. 9 auf Tafel II) überlagert wird, und *zweitens* an jenem *peripheren, ebenfalls konkaven Rand*, der die *erste äußere Haarzellenreihe* von innen her stützend angreift (Fig. 7, Tafel II). Diese *zweite Abteilung der Innenpfeilerfasern* ist mit am stärksten entwickelt; sie bildet *jenes Bogensystem*, das den Kopf der Außenpfeilerzelle überlagernd an der *Aussteifung der Decke des inneren Tunnels* Anteil hat. Eine *dritte Gruppe von Fasern* endlich strahlt divergierend in den *Kopfkörper* (Kopfeinschluß von JOSEPH, ellipsoïdischer Einschlußkörper von SCHWALBE) ein, in welchen ein Teil überzugehen scheint, während der andere die durch den Kopf des Außenpfeilers eingedrückte Membranfläche, die sog. Gelenkfläche des Innenpfeilers, erreicht und stützt. Die *Anheftungsweise* aller dieser einzelnen Fasern erfolgt unter geringer *konischer Verdickung* („dreieckige Endplättchen“ von v. SPEE).

Zum Unterschied von diesen drei Faserzügen der Innenpfeilerzelle, welche jedoch allgemein ein *durchgreifendes und die entgegengesetzten Zellmembranflächen aussteifendes System von starren Fasern* bilden und nur in Folge ihrer Divergenz zu verschieden ausgestalteten Abschnitten des Innenpfeilerkopfes eine Einteilung in jene Arten gerechtfertigt erscheinen lassen, sind die *Faserbildungen der Außenpfeilerzelle auf zwei ganz verschiedene Gruppen angeordnet*.

Eine obere Gruppe liegt als dicker und in der Mitte seiner Länge rundlicher Faserstab im sogenannten Außenschnabel, welcher peripherwärts jedesmal eine Lücke zwischen je zwei ersten äußeren Haarzellen, dieselben stützend, durchgreift, und dann unter ruderartiger Verbreiterung den axialen und ein wenig konkaven Rand einer zweiten äußeren Haarzelle erreicht. Dieser Verbreiterung entsprechend divergieren dann die einzelnen Fasern fächerförmig, um an jenem konvexen Zellrand sich verdickend anzuheften, welcher durch Kittmasse dem entsprechend konkaven Abschnitt jener Haarzelle verbunden ist. Die entgegengesetzte andere Endfläche dieses Faserstabes liegt dem ebenfalls konkaven Innenpfeilerkopf an; sie wird von ihm in einer leichten, basalwärts hohlen Kurve erreicht, wobei die einzelnen Fasern sich ein wenig von einander trennen und den Kopfkörper des Außenpfeilers durchsetzen (Fig. 1—4). Ob hierbei ein Teil sich in dessen Substanz auflöst, also nicht jenen Abschnitt der Zellmembran direkt erreicht, vermag ich nicht sicher an meinen Präparaten zu entscheiden, da die stärker mitgefärbte Masse des Kopfkörpers selber ein vollständiges Verfolgen aller Fasern unmöglich macht.

Längs dem vom Außenruder her eindringenden Faserstab ist in seiner entsprechenden Länge der Kopfkörper des Außenpfeilers eingeschnitten, was am besten aus der Ansicht von oben oder unten her sich feststellen läßt (Figg. 7 u. 8 Tafel II, Fig. 13 Tafel III von Meerschwein, Maus, Katze, die auch eine geringe Verschiedenheit im äußeren Ausschnitt des Kopfkörpers bei jenen Tieren zeigen, wie auch eine ungleiche Länge des Faserstabes und damit des ganzen Außenruders). Nach JOSEPH sind die Kopfkörper aus zwei den beiden Seitenrändern des Kopfes sich anlegenden konvexen Verdichtungskörpern zusammengesetzt; beim alten Meerschwein, Maus, Hund und Katze hängen sie aber nach meinen Beobachtungen an der axialen Kopfseite, welcher die Innenpfeiler anliegen, zusammen (siehe Fig. 7 auf Taf. II vom Meerschwein), an einer Stelle also, welche die Auflösung der Fasern des Außenruderstabes und ihre schließliche Anheftung an die axiale Kopfwand umfaßt.

Die basale Gruppe der Fasern eines Außenpfeilers ist der Membrana basilaris aufgekittet, entsprechend der basalen Fläche einer Außenpfeilerzelle. Hier kehren dieselben Verhältnisse eines durch einen Basalkörper umgestalteten Fußteiles wieder wie bei der Innen-

pfeilerzelle. Nur besteht ein *Unterschied in der Größe des Basalkörpers*, seiner zur *Membrana basilaris* *schieferen Anlagerung* und einer dieser und der ganzen Richtung der Außenpfeilerzelle entsprechenden *stärkeren Auswölbung* des ganzen Fußteiles, was DEITERS seinerzeit sicherlich zur Bezeichnung einer „Glocke“ geführt hat, wie JOSEPH bereits vermutet hat. Mit seinem anderen Ende stößt das *basale Fasersystem* unter pinselartiger Auflösung gegen den *Kopfkörper* des Außenpfeilers, um ihn zum großen Teil zu durchsetzen und der ausgerundeten Zellwand sich anzuheften, welche gewissermaßen ein *Widerlager zu den ausgehöhlten Kopfabschnitten von Innenpfeilerzellen* bildet, ein Widerlager, welches durch die Einstrahlung und Anheftung von Faserstäben von der Membrana basilaris her eine besondere und durchgreifende Stütze erhält.

Im *Kopfkörper* der Außenpfeilerzellen kommt es somit zu einer gegenseitigen *Durchkreuzung* der beiden besprochenen Fasersysteme, deren Richtung dann ungefähr in einem Winkel auseinandergeht, der beim Meerschwein z. B. in den beiden unteren Windungen etwas weniger, in den beiden oberen dagegen etwas mehr wie 90° beträgt (Figg. 1—4 auf Taf. I) und außerdem bei den verschiedenen von mir untersuchten Tieren verschieden groß oder klein ist (Figg. 11 u. 12 auf Taf. II von Maus und Hund). Ein Umbiegen von Fasern des basalen Systems in diejenige der oberen Gruppe habe ich mit Sicherheit bisher nicht beobachten können; beide scheinen unabhängig zu sein, wofür auch ihre verschiedene Entwicklung spricht, worauf ich eingehender in einer zweiten folgenden Abhandlung über die Entwicklung des CORTISCHEN Organs zurückkommen werde. Genauere Angaben möchte ich über den Winkel der beiden verschränkten Stützfasersysteme einer Außenpfeilerzelle nicht aus meinen Präparaten ziehen, da mir meine Erfahrungen noch nicht umfangreich genug zu sein scheinen, um sowohl die verändernden Einwirkungen der Konservierung und Härtung auszuschließen, als auch diejenigen des verschiedenen Alters der betreffenden Tiere genügend sicher verwerten zu können. Aus gleichem Grunde möchte ich auch die vielfach berührte Frage nach der geraden oder wellenförmigen Richtung des Mittelstückes der Pfeilerzellen hier nicht behandeln, da mir meine Präparate in ungleicher, ungesetzmäßiger Weise bald eine mehr gestreckte und fast gerade, bald aber auch eine mehr oder weniger stark

durchgebogene Form des Faserstabes zeigen, Abweichungen, die in allen Windungen vorkommen können. Da sie außerdem von entsprechend starken Verbiegungen der Basilarmembran unregelmäßig begleitet sind, so scheinen sie mir vorläufig mehr eine durch Fixierung und Härtung veränderte und also unnatürliche Haltung bekommen zu haben.

Eine besondere Frage bleibt aber außerdem zu entscheiden, die nach der Art der Verbindung beider Pfeilerzellen miteinander. Sie soll nach der einen Anschauungsweise eine Art Gelenk vorstellen, wie man aus der Form der Aneinanderfügung abgeleitet hat, die den konvexen Kopf eines Außenpfeilers den ausgehöhlten Kopfflächen mehrerer innerer Pfeilerzellen eingedrückt erscheinen läßt. Diese erschlossene Artikulation würde also, auch wenn sie nur bescheidene Freiheiten der Bewegung in radialer Richtung zuließe, immerhin eine stärkere Eigenbewegung der Außenpfeilerzellen zu denjenigen der Innenpfeilerreihe gewähren. Bereits BÖTTCHER hat sich gegen solche Auffassung energisch ausgesprochen.

Auch ich glaube nicht, daß irgend eine Art von Gelenk an der angegebenen Grenze zwischen den beiden Pfeilerreihen besteht. Meine Präparate zeigen mir vielmehr eine dunkel gefärbte *Kittlinie*, wie sie auch sonst überall zwischen den anderen Zellen des Sulcus spiralis oder jenseits der DEITERSschen Zellen bis zum Ligamentum spirale hin vorhanden ist und hier vielleicht eher noch stärker und intensiver färbbar wie dort entwickelt ist. Würde man zwischen den Pfeilerzellreihen eine Gelenkfläche wollen, so könnte man sie auch den übrigen Zellen nicht absprechen. Gegen jenes Pfeilerzellengelenk spricht aber außer dem Nachweis einer Kittmasse noch der Umstand, daß bei Isolationen frischer CORTIScher Organe fast konstant die Köpfe beider Pfeilerzellen zusammenhängend bleiben, während die starren Faserstäbe der Mittelstücke zerrissen und zerbrochen sind.

Ich meine also, daß man die Vorstellung irgend einer Art von Artikulation zwischen der inneren und äußeren Reihe der Pfeilerzellen fallen lassen muß; ebenso kann ich nicht zugeben, daß die kürzlich von JOSEPH¹⁾ geäußerte Meinung, nach welcher es „sehr leicht möglich“ sein soll, daß die „Kopfeinschlüsse ge-

1) l. c. S. 479.

wissermaßen die erste Grundlage für das Zustandekommen von Gelenkkörpern abgeben“, eine wirkliche Unterstützung für jene Ansicht von einem Pfeilerzellenginglymus abgibt. WALDEYER hat früher¹⁾ die Frage nach diesem Gelenk offen gelassen für die radialen Eigenbewegungen der Pfeilerzellen um eine spirale Achse, während er sie für die seitlichen Verschiebungen der Pfeilerköpfe bereits für ausgeschlossen erklärt hat. Aber auch für die Annahme radialer Eigenbewegungen liegen nach meinen obigen Ausführungen keine wirklichen Gründe vor.

Vielmehr halte ich dafür, daß sich, abgesehen von jenem Nachweis einer Kittsubstanz zwischen den Pfeilerköpfen auch sonst aus ihrer Struktur sowie ihrer gegenseitigen Stellung und Befestigung auf der Membrana basilaris gewisse Anhaltspunkte gewinnen lassen, welche für die Auffassung eines von den beiden Pfeilerzellreihen gebildeten festen, wenn auch federnden Stützbogens zur Aufhängung der Haarzellen geeignet erscheinen können.

Bekanntlich haften die Pfeilerzellen mit ihren basalen Flächen der Basilarmembran so fest an, daß sie leichter im schlanken, aber starkfaserigen Mittelstück durchbrechen als in ihrer unteren Haftfläche sich lösen. Andererseits sind sie auch oben mit ihren Köpfen gegenseitig durch Kittmasse verklebt. Die Schwingungen der Basilarmembran werden also wohl weniger Drehbewegungen der Außenpfeilerköpfe in den entsprechend hohlen Innenpfeilerkopfstücken bewirken als Spannungsänderungen der schlanken Mittelstücke beim Auf- u. Niederschwingen der Basilarmembran verursachen können. Ob es hierbei zu irgend welchen, auch nur leichten Durchbiegungen kommen kann, muß sehr fraglich erscheinen, wenn man sich nicht etwa die Schwingungen der Membrana basilaris als gröbere Bewegungen vorstellt. Der Möglichkeit zu Durchbiegungen würden zuerst und leichter die schlanken und langen Außenpfeilermittelstücke ausgesetzt sein, da diese mehr der *Mitte und also auch der stärker schwingenden Stelle der Basilarmembran* zu sitzen und außerdem in schiefer Richtung nach oben und axial an die *Innenpfeilerzellen* herantreten, welche erstens gedrängener und zahlreicher wie die Außenpfeilerzellen sind, welche zweitens an dem *weniger stark sich bewegenden Anfangsstück* der schwingenden Grundmembran befestigt sind und somit schon

1) STRICKERS Handbuch d. Gewebelehre. S. 933.

durch *Lage und auch steilere Stellung* die Einbiegungen der Außenpfeilermittelstücke auszugleichen und schneller in die anfängliche Ruhelage zurückzubringen geeignet erscheinen. Dazu kommt, daß diese den Schwingungen ausgesetzten und sie aufnehmenden Pfeilerzellen *inwendig durch Faserzüge ausgesteift sind*, welche, soweit sie *basale Stützsysteme* innerhalb der Zelle bilden, auch sicherlich außer der einen Funktion, die Haarzellen mit tragen zu helfen, noch eine Vorrichtung abgeben, *stärkere Verbiegungen der schlanken Mittelstücke* auszuschließen. Die *Basalkörper* sowohl wie die *Kopfkörper* würden demnach wie *innere Widerlager* der Pfeilerzellen erscheinen, an denen die angestemmtten Fasern einen gewissen Halt finden, bevor sie in der oberflächlich ausgespannten Zellmembran enden. Die Kopfeinlagen, die ich überall bei Meerschwein, Maus, Hund und Katze gefunden habe, zeigen somit in ihrer auffallend starken und dichten Ausbildung die Stelle, wo der Druck der Außenpfeilerzelle auf den Kopfteil des Innenpfeilers übertragen wird und zugleich der Faserstab des Außenruders zur besonderen Stütze der äußeren Haarzellenreihen abgeht. Zu überlegen würde bleiben, inwieweit dieses besprochene von der Basis der Pfeilerzellen aufstrebende Stützfasersystem außerdem noch eine *federnde Spannung* besitzt, die weniger aus ihrer eigenen Masse wie aus der Zusammenfügung beider Pfeilerzellreihen zu einem spitzwinkligen Bogen stammen würde, eine Spannung also, die sowohl die Tragkraft des von den Pfeilerzellen gebildeten inneren Tunnels erhöhen müßte als auch eine gewisse *Hemmung auf die nachschwingende Masse der Basilarmembran* ausüben könnte. Auf diese letztere Frage werde ich weiter unten nochmals zurückkommen, wo, wie sich zeigen wird, aus der Zusammenfügung der DEITERSschen Zellen zu einem besonderen und direkt der Einfassung der Haarzellen dienenden Apparat auch federnde Einrichtungen für das ganze CORTISCHE Organ ableitbar werden. Daß der von den Pfeilerzellen gebildete Bogen eine innere Spannung besitzt und einen dementsprechenden Zug oder Druck auf die Basilarmembran ausübt, ist wohl direkt aus den bekannten Erscheinungen zu entnehmen, die oft am fixierten Schneckengang eine Einwölbung der Membrana basilaris zeigen, welche je nach der schonend und langsam oder stürmischer einsetzenden Fixierung eine kaum merkliche oder hochgradige geworden sein kann.

VON VOLTOLINI ist der Bogen der Pfeilerzellen mit einem

Menschen verglichen worden, der mit gespreizten Beinen und gehobenen Armen auf der Grundmembran stehen würde; den gespreizten Beinen, von denen das äußere als das stärker abgespreizte die Neigung der äußeren Pfeilerzellen und jene Hemmungsrichtung wiedergeben würde, entsprächen dann die unteren Abschnitte, die Fuß- und Mittelstücke der CORTISCHEN Zellen, den gehobenen Armen diejenigen seitlichen Fortsätze, welche bei der Innenpfeilerzelle als äußerst kurze Innenschäbel in die innere Haarzellenreihe, bei den äußeren Pfeilern als lange Außenruder in das Gebiet der äußeren Haarzellen eindringen. Sehr ungleich lang und gehoben wären also die Arme, an denen die Haarzellen in jetzt genauer zu beschreibenden Weise angehängt sind.

Stützapparat der inneren Haarzellen.

In einer schräg abwärts geneigten Richtung dringen die *Innenschnäbel der Innenpfeilerzellen* in eine jedesmal zwei inneren Haarzellen entsprechende Lücke ein, ungefähr $\frac{1}{3}$ Durchmesser des Haarzellenquerschnittes tief; sie erscheinen wie kurze, häckchenförmige Stümpfe, welche zwei seitliche, ausgerundete Flächen zur Anlagerung der oberen Enden der rundlichen Haarzellen besitzen und von unten her durch einen nur kleinen Teil jener von der Basilarmembran her aufsteigenden Stützfasern verstärkt sind. (Fig. 1—4 vom Meerschwein, Fig. 12 von der Maus, Fig. 11 vom Hund). Mit diesen Innenschnäbeln liefern die Innenpfeilerzellen gewissermaßen seitliche Backen, welche einen geringen Teil der inneren Haarzellen jedesmal umfassen und halten. Im übrigen sitzen die Innenschnäbel durchaus unsymmetrisch am axialen Kopfteil der Innenpfeilerzellen (s. Fig. 7 vom Meerschwein, Fig. 15 von der Katze), was am genauesten bisher von RETZIUS (l. c. S. 283) beschrieben worden ist; oft sitzt der fragliche Innenschnabel genau in der Mitte einer Pfeilerzelle, oft wird er von zwei Pfeilerzellen je zur Hälfte gebildet, selten soll er auch, wie RETZIUS hervorgehoben, überhaupt einer betreffenden Pfeilerzelle fehlen. Nie erreicht aber der Innenschnabel mit seiner Höhe den freien Kopfrand der anliegenden Haarzelle; diesem liegt allein der entsprechend konkave Rand von der Kopfplatte einer Zelle an, welche ich als *innere Phalangenzelle* bezeichnen will, weil sie nach dem Typus der äußeren Phalangenzellen oder DEITERSschen Zellen mit ihrer

phalangenförmigen Kopffläche jedesmal in den Zwischenraum zweier Haarzellen eingreift (Figg. 7, 9 Taf. II u. Fig. 16 Taf. III), wobei sie sich, den Innenschnabel überdeckend, mit ihrem äußeren leicht gerundeten Rand in eine geringe Delle an der inneren Fläche der Innenpfeilerkopfplatte einsenkt (die Ansicht von oben zeigt Fig. 7 beim Meerschwein, Fig. 11 die Ansicht von unten beim Hund, die Überlagerung des Innensnabels Fig. 15 bei der Katze). Das untere Ende dieser inneren Phalangenzelle ist bisher unbekannt geblieben, während seine obere phalangenförmige Platte mit dem Innenschnabel, der aber in Wirklichkeit unter ihm liegt, verwechselt worden ist. So hat z. B. WALDEYER (l. c. S. 934) angegeben, daß die Kopfplatte der Innenpfeiler „fast phalangenförmig zwischen je zwei inneren Haarzellen vorspringt“; auch die Zeichnungen von RETZIUS geben diesen schwierigen Teil der Lamina reticularis in ihrer Zusammensetzung aus den verschiedenen Kopfflächen nur ungenau wieder.

Was nun das untere Ende der inneren Phalangenzellen anbetrifft, so zeigen die Figg. 9, 10 u. 18 die Lagerung und Tiefenausdehnung dieser fraglichen Zelle in drei verschiedenen Einstellungshöhen eines und desselben Schnittes. Fig. 9 gibt den oberflächlichen Anteil an der Bildung des inneren Teiles der Lamina reticularis wieder, während Fig. 10 in zwei Zellen der betreffenden Reihe die Tiefenlage des Kerns anzeigt. Von WALDEYER ist das Lager kleiner Zellen axialwärts der Innenpfeiler und unterhalb der inneren Haarzellen früher als *Körnerschicht* bezeichnet worden; von den Kernen dieser Gegend sind die unmittelbar den inneren Pfeilern anliegenden diejenigen der inneren Phalangenzellen, die im übrigen auf der Membrana basilaris mit einer geringen Fußfläche stehen und andererseits oberhalb ihres Kerns bereits deutlich mit den inneren Haarzellen alternieren, wobei sie ein wenig dreieckig in ihre Zwischenräume eingepreßt sind (Fig. 10 vom Hund). Bei erwachsenen Hunden habe ich bisher die inneren Phalangenzellen am deutlichsten und sichersten nachweisen können; sie sind hier deutlich von einer Zellmembran umschlossen und nach oben hin lange Zellgebilde, deren Protoplasma jedoch, wie überhaupt bei den sogenannten Körnern des CORTISCHEN Organs durch Fixierungsmittel nur als ein grobvakuolisiertes resp. grobbalkiges Gerüstwerk erhalten bleibt. Bei anderen Tieren wie Katze, Maus und Meerschwein kommt es deshalb meistens infolge

einer sehr zarten und gegen Fixierungsflüssigkeiten sehr empfindlichen Membran zu einem Platzen und Zerreißen derselben, wodurch sich jene unregelmäßigen Räume und Maschen erklären würden, welche an der Eintrittsstelle der marklosen Nervenfasern der Hörnerven in das Epithel des Schneckenganges vorhanden sind und zu einem Teil als zersprengte Zellenreste die ersten plexusartigen Verzweigungen des Hörnerven umfassen. Zu dieser Ansicht bestimmen mich nicht allein die verschiedene Reaktion dieser fraglichen Zellen bei verschiedenen Tieren gegen dasselbe Fixierungsmittel z. B. die ZENKERSche Lösung oder mein Chrom-Formalineisessiggemisch, sondern auch die allmähliche Umwandlung der grobvakuolisierbaren Phalangenzellen und übrigen Zellgebilde der Körnerschicht aus den schlanken und kompakten Zellen, die man hier beim relativ unausgebildeten Organ vorfindet. So besitze ich Präparate von der Schnecke drei Tage alter Kätzchen, welche von der Spitze bis zur Basis die hier nur kurz angegebenen Unterschiede in dem protoplasmatischen Aussehen der inneren Phalangenzelle demonstrieren, worauf ich in der späteren Abhandlung über die Entwicklung des CORTISchen Organs und seiner Stützeinrichtungen genauer eingehen werde. Ausschließen kann ich allerdings nicht, ob es nicht wenigstens teilweise beim Meerschwein, Maus und Katze schon zu einer vitalen Auflösung der Zellmembran infolge der reichlichen Durchsetzung mit Nervenmasse kommt, sodaß also die verzweigten Zellbalken als Differenzierungswerte einer früher vollständig von einer Membran abgeschlossenen Epithelzelle und nicht als Fixierungsprodukte aufgefaßt werden müßten. Beim Hund ist jedenfalls die Zellmembran überall auch nach unten zu vorhanden und nicht nur wie sonst allgemein gültig in der Höhe der Lamina reticularis als Phalangenplatte erhalten.

Die inneren Phalangenzellen sind also beim erwachsenen Tier nach meinen Beobachtungen sehr schwach gebaute schlanke Zellen oder schmale strangartige Bildungen, die, wie auch an axialen Längsschnitten durch die Schnecke zu beobachten ist, an den Seiten der inneren Haarzellen liegen und mit ihnen regelmäßig alternieren; sie liegen hierbei der äußeren Hälfte ihrer Seitenfläche an, um nach oben zu in achsialer Krümmung in die breiter sich ausladende Phalangenplatte überzugehen (Fig. 1—4 vom Meerschwein, Fig. 12 von der Maus, Fig. 11 vom Hund). Zu

intracellulären Faserbildungen kommt es nach meinen bisherigen Beobachtungen nicht; vielmehr erscheint als eine *Stütze dieser an und für sich schwachen Zellen der Innenschnabel der Innenpfeiler und sein Stützfasersystem, welches von unten her unter den peripheren Teil der Phalangenplatte eingreift und hierdurch außer seiner oben erörterten Bedeutung von Seitenklammern der inneren Haarzellen noch eine umfangreicher wirkende Tragvorrichtung der inneren Haarzellen abgibt.* Im übrigen dienen der *oberen Befestigung* der inneren Haarzellen noch die seit DEITERS bekannten konkaven *Ausschnitte an dem axialen Rand der Kopfplatte der Innenpfeiler*, die eine Verkittung mit dem anliegenden *äußeren Umfang* der inneren Haarzellen zeigen.

Von *innen* her bewirken das Gleiche besondere Zellen, die mit ihrem Kern wiederum nach der Form der inneren Phalangenzellen in die WALDEYERSche Körnerschicht hinabreichen und auch dann unten auf der Membrana basilaris stehen. Mit ihrem oberen Ende geben sie eine schmale Zeichnung in der Lamina reticularis der Katze, Maus und des Meerschweins (Fig. 7), eine etwas breitere Felderung dagegen beim Hund (Fig. 9 auf Tafel II). Die einzelnen felderartigen Kopfenden erreichen teils mit größeren konkaven Ausschnitten den entsprechenden Umfang der inneren Haarzellen, teils mit kleineren die Ränder der Phalangenplatten der inneren Phalangenzellen. Ich will diese beschriebenen *Stützzellen für den inneren Kopfumfang der Haarzellen als Grenzzellen* bezeichnen, da sie allein von den Zellen auf dem inneren Abschnitte der Membrana basilaris noch die Haarzellen umgreifen. Das, was ich Grenzzellen nenne, hat RETZIUS bereits andeutungsweise beim Menschen folgendermaßen beschrieben (Das Gehörorgan der Wirbeltiere II, S. 347): „An der Innenseite der inneren Haarzellen bemerkt man einen streifigen schmalen Strang oder Streifen, welcher, zusammen mit den anstoßenden inneren Fortsätzen der Pfeilerzellen, die Haarzellenenden umrahmt, wie am besten an den Präparaten zu sehen ist, bei welchen die Haarzellen ausgefallen sind (Tafel XXXVII, Fig. 9 i h); der fragliche Streifen (sb) gehört offenbar den oberen Enden der nach innen von ihm befindlichen Zellen an.“ Eine deutliche Gliederung in einzelne Epithelzellenfelder zeigt jedoch die RETZIUSsche Abbildung nicht; ebenso ist die Trennung von den inneren Phalangenzellen nicht gelungen. Auch beim Kaninchen (l. c. S. 293) beschreibt RETZIUS nur einen

„schmalen glänzenden Streifen“ als oberes Ende von inneren Stützzellen. Ihnen folgen dann die allmählig niedriger werdenden Zellen, welche in das Epithel des Sulcus spiralis überführen und am Anfang die oberen Enden der Grenzzellen bedecken und jene längeren Zellplatten bilden, welche ich z. B. auf Fig. 5 vom Meerschwein abgebildet habe. Zu erwähnen ist noch, daß die Grenzzellen und die ihnen nach innen zu folgende Zellreihe vielfach gestielte Füße zeigen, welche besonders deutlich beim Meerschwein ausgebildet sind und leichter die Stützwirkung dieser Zellen auf der axialen Seite der inneren Haarzellenreihe hervortreten lassen (Fig. 1—4).

Durch die beschriebene ringförmige Angliederung einer komplizierteren Reihe von Zellen (der inneren Pfeilerzellen, der inneren Phalangenzellen und der Grenzzellen) an die jedesmaligen Kopfflächen der inneren Haarzellen wird also durch entsprechende Verkittung ihrer Kopffenden ein Apparat zusammengesetzt, welcher mit zahlreichen Ringfassungen die Köpfe der inneren Haarzellen einschließt, die somit an dieser Stelle wie aufgehängt erscheinen. Infolge der *dichten Anfügung* dieser ganzen Reihe von lochbildenden Kopfplatten an die *inneren Pfeilerzellen* und besonders an jene *beiden Stellen*, wo einmal der von unten gestützte *Innenschnabel* abgeht und andererseits die über den *Kopf des Außenpfeilers hinweg gebogene Kopfplatte des Innenpfeilers* ihren *Ausschnitt zur Fassung des inneren Haarzellenkopfes* trägt, erscheint diese Art der Befestigungsweise der inneren Haarzellenreihe als eine sehr feste und sichere, zumal da das durchgehende Fasersystem der Innenpfeilerkopfplatte wegen seiner *Spannung* eine *beträchtliche Tragkraft* für diese innere Reihe von Sinneszellen abgeben muß.

An ihrem *unteren Ende* sind die inneren Haarzellen von einer Zellmasse umgeben, welche gegenüber diesen oberen Einrichtungen kaum als deutlicher Stützapparat auffällt, aber immerhin einen gewissen *unteren Halt* für jene Zellen bedingen kann. Es handelt sich hierbei um die *mittleren Abschnitte der inneren Phalangenzellen und der Grenzzellen*, die sich mit ihrem weichen und am fixierten Präparat *grob vakuolisierten und zerklüfteten resp. zersprengten Protoplasma* den inneren Haarzellen *seitlich und unten anschmiegen*. (Figg. 1—4 von Meerschwein, Fig. 12 von Maus, Figg. 11, 16 von Hund). Dadurch kommt eine Formation von grobmaschigem Charakter mit eingestreuten Zellkernen, die WALDEYERSCHEN

Körner, zustande, die besonders dann eine große Schwierigkeit für die Beurteilung enthält, wenn, wie auch an meinen Präparaten durchweg vorhanden, eine deutliche und dunkle Färbung der Zellgrenzen infolge jener Zerklüftung nicht hervortritt. Ich kann daher meine Beobachtungen über die WALDEYERSche Körnerschicht resp. über das untere Ende der inneren Haarzellen noch nicht für vollständig abgeschlossen halten. Immerhin muß ich jedoch aus meinen bisherigen Untersuchungen soviel folgern, daß die inneren Haarzellen keine sogenannten „Basalfortsätze“, Dendriten oder irgend welche anderen Seitenzweige von eigenem Protoplasma haben. Denn erstens habe ich in wiederholten Fällen die inneren Haarzellen in *frischem Zustande in Humor aqueus stets ohne jeden Fortsatz* gefunden, vielmehr überall von einer runden, kontinuierlichen und unverletzten *Zellmembran* umgeben; und zweitens habe ich auch an meinen fixierten Präparaten die glatte und rundliche Kontur einer Zellmembran am unteren Ende der Haarzellen deutlich gesehen, sofern es sich um dicht gebaute und von feinkörnigem Protoplasma gleichmäßiger angefüllte innere Haarzellenformen handelte. (Fig. 16 Tafel III).

Bei diesem Typus des Fixierungsbildes läßt sich irgend ein basaler Fortsatz mit Sicherheit ausschließen. Dann kenne ich eine zweite Form von inneren Haarzellen, die am basalen Zellende eine Reihe wandständiger und verschieden grober Vakuolen zeigt, sodaß wie beim Fixierungsbild von Spinalzellen eine Anzahl feinerer oder gröberer Fortsätze scheinbar entstehen. Teilweise läßt sich bei diesem grobvakuoligen Typus der Abschluß einer feinen Zellmembran noch durchaus erkennen. Jedoch gibt es weitere Zellen mit sehr großen Vakuolen und dem entsprechenden groben Protoplasmaabalken, welche nur schwer von den übrigen anliegenden Teilen der Zellen der Körnerschicht mit ebenfalls grob vakuolisiertem Protoplasma zu unterscheiden sind. Wahrscheinlich entsprechen diesen dritten Formen, wenn nicht schon dem zweiten Typus, die menschlichen inneren Haarzellen, von denen RETZIUS (l. c. S. 351) angibt: „es ist besonders schwer, das untere Ende dieser Haarzellen isoliert und intakt zur Ansicht zu bekommen; gewöhnlich erscheint es gezackt, gleichsam eingekniffen, kantig; nur selten sieht man es abgerundet; am unteren Umfang desselben trifft man feine variköse Nervenfasern, welche das Ende umstricken. Die eigentliche untere

Endigung dieser Fäserchen konnte ich jedoch nicht mit einiger Sicherheit darlegen.“ Bei dieser letzteren Form innerer Haarzellen untere Fortsätze auszuschließen, ist also aus jenem obigen Grund unmöglich, weshalb ich in diesem Punkte meine Beobachtungen nicht für abgeschlossen halte, solange ich keine Fixierungsmittel habe, um gleichmäßig unvakuolisierte Formen der inneren Haarzellen zu erhalten. Diese Inkonstanz in der chemischen Zusammensetzung des inneren Haarzellenprotoplasmas und die deshalb so ungleiche, vielfach lösende Wirkung der Fixierungsmittel lassen aber andererseits sehr wohl den naheliegenden Schluß zu, daß es *höchst wahrscheinlich fortsatzreiche innere Haarzellen, oder Haarzellen mit irgend einem basalen Fortsatz überhaupt nicht gibt.* Es kommt hinzu, daß die Körnerzellen mit ihrem Protoplasma zum großen Teil ähnlich auf Fixierungsmittel reagieren wie die dritte Form der in sie eingefügten inneren Haarzellen, wodurch eine Verwechslung eigener und fremder und dazu noch scheinbarer Fortsätze außerordentlich leicht werden kann. Die Abbildungen von GOTTSTEIN und WALDEYER, welche gestielte innere Haarzellen zeigen, kann ich deshalb nicht für beweiskräftig halten.

Im übrigen schließe ich mich in meiner Auffassung der Körner RETZIUS an, der von ihnen bei Schilderung der menschlichen Schnecke angibt, daß sie „nicht nervöse Elemente“ wären, „sondern mit dem ihnen angehörigen Protoplasma nur indifferente nicht selten etwas verzweigte Epithelzellen darstellen, welche die Nervenfasern zwischen sich eingebettet tragen“, wozu ich zu bemerken habe, daß mir die Seitenzweige dieser Zellen aus jenen obigen, bei der Beurteilung der inneren Haarzellenformen erörterten Gründen noch besonderer Untersuchungen und Beweise bedürftig erscheinen. Wenn RETZIUS dann weiter ausführt, daß er „hie und da einzelne solche Zellen als dünne körnige 'Fadenzellen' von der membranösen Wand bis zur Epitheloberfläche habe emporragen gesehen, wo sie, wie bei der Katze und dem Kaninchen, mit langer und breiter platter Endfläche nach innen von den inneren Haarzellen“ endigen, so stimmen hiermit im allgemeinen meine Beobachtungen überein. Doch ist RETZIUS die besondere Anordnung und Einfügung der inneren Phalangenzellen und Grenzzellen in den Stützapparat der inneren Haarzellen hierbei verborgen geblieben.

Stützapparat der äußeren Haarzellen.

Komplizierter und eindrucksvoller noch wie an den inneren Haarzellen erscheinen die Stützvorrichtungen, welche sich an den drei resp. vier Reihen von äußeren Haarzellen vorfinden. Zu dem sie tragenden System von *faserhaltigen Stützzellen* gehören, wie auch bei den inneren Haarzellen, zunächst die *CORTISCHEN Pfeilerzellen*. Nicht nur sind wie bei diesen die *inneren*, sondern auch die *äußeren Pfeiler direkt* beteiligt; hinzukommen die durch die Untersuchungen von DEITERS bekannt gewordenen und nach ihm benannten *DEITERSschen Zellen*, welche in gleicher Zahl mit den äußeren Haarzellenreihen im CORTISCHEN Organ entwickelt werden.

Beim *Stützapparat der äußeren Haarzellen* werde ich unterscheiden, erstens einen *Oberflächenapparat von ringförmigen Fasungen für die Kopfsenden der Haarzellen*, welcher aber durch *besondere Stützfasern von unten her* noch gehalten wird, und zweitens eine *reine basale Vorrichtung*, welche von der Membrana basilaris her eine besondere und wichtige Stütze für den *unteren, den akustischen Nervenendhügel haltenden Teil jener Sinneszellen* abgibt. *Erstere* Einrichtung ist in der *Lamina reticularis v. KÖLLIKERS* enthalten, welche nach unten mit den *Fasersystemen der Pfeilerzellen sowohl wie der DEITERSschen Zellen* zusammenhängt; letztere ist dagegen *ausschließlich den DEITERSschen Zellen* eigen und in den durch DEITERS entdeckten und später außer von GOTTSTEIN und WALDEYER nur noch von KATZ gewürdigten „*Verbindungsstielen*“ gegeben.

Die *Lamina reticularis* erscheint zunächst als eine höchst kompliziert angeordnete netzförmige Zeichnung an der Oberfläche des CORTISCHEN Organs, soweit sie den Bereich der Haarzellen umfaßt; sie rührt, wie seit BÖTTCHER und DEITERS bekannt, von der eigentümlich verschränkten Anordnung jener Stützzellen her, welche mit den Rändern ihrer besonders geformten Kopfstücke so ineinandergreifen, daß regelmäßig rundliche Lücken und Reihen von solchen Lücken entstehen, in welchen die Kopfsenden der Haarzellen, speziell hier im Bereich der sogenannten *Lamina reticularis externa* diejenigen der äußeren Haarzellen, befestigt sind. Was ihre gegenseitige Flächenverklebung und Befestigung verursacht, dürfte dem entsprechen, was beim gewöhnlichen Epithel als *Schlußeistennetz* bezeichnet wird und hier nur in

besonderer Mächtigkeit und Tiefenausdehnung angeordnet erscheint.

Die ovalen Lücken, in welchen die *ersten äußeren Haarzellen* ringartig gefaßt sind, werden innen von den *äußeren ein wenig konkaven Rändern der Kopfplatten der inneren Pfeilerzellen*, außen von den axialen Rändern der *Phalangen der 1. DEITERSschen Zellreihe* gebildet. Letztere bilden in regelmäßiger Weise die äußere Ringfassung der 1. äußeren Haarzelle, erstere dagegen stoßen ungleichmäßig an die axiale Kopffläche jener Haarzelle an, sodaß immer ungleich und wechselnd große Ausschnitte zweier Kopfplatten an einer inneren Ringfassung Anteil haben. Dieses wird erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß die einzelnen Haarzellen durch die Breite der *Außenruder der äußeren Pfeilerzellen*, welche ihre *Seitenfassungen* geben, an jenen ihnen dann asymmetrisch anliegenden Kopfplatten verschoben werden.

An der Zusammensetzung der *Ringfassungen für die zweite äußere Haarzellenreihe* beteiligt sich von den CORTISchen Zellen nur noch das *Außenruder* des äußeren Pfeilers; es bildet den *axialen Abschnitt*. An den *beiden Seiten* liegen die einander zugekehrten leicht konkaven Flächen je zweier *Phalangen*, welche der *1ten DEITERSschen Zellreihe* angehören, sodaß also immer einer ersten Phalange zwei äußere Haarzellen der 2ten Reihe seitlich angefügt werden. Von *außen* her endlich reichen die axialen Ränder der *zweiten Phalangenreihe* in die einzelnen Zwischenräume je zweier Phalangen der ersten Reihe hinein, sodaß also jede zweite äußere Haarzelle von je einem Außenruder, je einer zweiten Phalange und immer zwei Phalangen der ersten Reihe ringförmig umgriffen und gehalten wird.

Die Lücken für die *dritte Reihe der äußeren Haarzellen* endlich liegen *zwischen* den *einander gegenüber liegenden schmalen Rändern einer ersten Phalange* und dem entsprechenden *Kopf der dritten DEITERSschen Zelle* („rechteckiger Schlußrahmen“) sowie den *einander zugewandten Längsseiten der zweiten Phalangen*, die wiederum so wie die erste Phalangenreihe die einzelnen Haarzellen der zweiten Reihe hier diejenigen der dritten Reihe von einander entfernt hält. (Fig. 7 vom Meerschwein, Fig. 13 von der Katze, Fig. 8 von der Maus). Zum Unterschied von den beiden ersten Phalangenreihen, mit denen die Reihen der zweiten und dritten äußeren Haarzellen alternieren, zum Unterschied auch von den

Außenrudern, die immer von den einzelnen Haarzellen der ersten äußeren Reihe getrennt sind, berühren sich direkt die Seitenränder jener „Schlußrahmen“, sofern nicht zwischen ihnen eine vierte Reihe von äußeren Haarzellen, wie z. B. beim Hund, auftritt. Sonst bildet also wie bei Meerschwein und Maus diese dritte Reihe von DEITERSschen Zellen den Schluß in der durch die eingefügten Haarzellenreihen verursachten Zeichnung der sogenannten Lamina reticularis; sie erscheinen zum Unterschied von den fingergliedähnlichen Kopfflächen der zweiten und dritten DEITERSschen Zellen oder den Phalangen ungefähr rechteckig, weil sie nicht mehr durch eingefügte Haarzellen konkave und von einander gedrängte Seitenränder haben, weshalb sie von DEITERS als „rechteckige Schlußrahmen“ bezeichnet worden sind. Natürlich enthalten sie am axialen Rand zwei Arten konkaver Ausschnitte, von denen die größeren den dritten Haarzellen, die kleineren den Außenrändern der zweiten Phalangenreihe entsprechen. Wie Fig. 7 außerdem zeigt, besteht hier wiederum, wie bei den Außenrändern der Innenpfeilerkopfplatten eine asymmetrische Verteilung dieser Ausschnitte an der Reihe jener Zellenden. Eine gewisse Variation in der Zeichnung der Lamina reticularis kann übrigens, wie z. B. bei der Katze, die sonst zu den Tieren mit 3 äußeren Haarzellenreihen gehört, dadurch entstehen, daß die Phalangen der zweiten DEITERSschen Zellen außerordentlich lang werden und dann weit hinein zwischen die auseinandergewichenen Ränder der „Schlußrahmen“ reichen (Fig. 13 Tafel III), die dann auch in dieser Hinsicht noch weniger rechteckig erscheinen.

Auf meinen Präparaten erscheint die Zeichnung der Lamina reticularis als ein tiefschwarzes Netz, welches in der eben ausführlicher angegebenen Weise den oberflächlichen Enden aller der verschiedenen Stützzellen als Kittmasse eingefügt ist. Je nach dem Grad der Differenzierung erscheint nun aber das Netzwerk an gewissen Stellen in ungleicher aber regelmäßiger Weise feiner oder gröber. Wie Fig. 7 vom Meerschwein zeigt, finden sich einmal seitlich von den axialen Rändern der mit einander verschränkten Kopfflächen der drei DEITERSschen Zellen und andererseits an den ihnen alternierend eingefügten seitlich-äußeren Rändern der Außenruder resp. den nach außen gewandten Seiten der Haarzellenenden dunklere und vor allem breitere Streifen von

Zwischenmasse. Diese auffallende Erscheinung habe ich noch auf Fig. 13 bei der Katze, Fig. 8 bei der Maus dargestellt; bei beiden sind geringe Besonderheiten zu bemerken, die einmal eine ungleiche Form und relative Größe der einzelnen Zellendflächen in der Lamina reticularis zeigen und andererseits auch eine etwas andere Verteilung von dickeren Streifen erkennen lassen.

Die *Ursache dieser Erscheinung* in der Lamina reticularis ist mannigfaltig und beruht keineswegs auf einer einfachen Verdickung und Vermehrung der Kittsubstanz an einzelnen Zwischenräumen jener Zellen. Erstens ist eine bestimmte *Überlagerung von Zellrändern* vorhanden, die rein von der Fläche her und mit schwächeren Okularen und auf weniger stark differenzierten Präparaten gesehen, eine *scheinbare Verbreiterung von intercellulärer Kittmasse* zeigen muß. Eine Untersuchung mit starken Okularen wie 8 und 12 läßt dagegen bei genauen Tiefenbeobachtungen erkennen, daß der breitere Zwischenstreifen keineswegs der Oberfläche allein angehört, sondern in verschieden abgechrägter Richtung längs den entsprechenden Zellflächen eine gewisse Tiefe hindurch sich fortsetzt. Untersucht man in gleicher Weise eine Reihe stark differenzierter Präparate von Flachschnitten durch die Oberfläche eines CORTISCHEN Organs, so erkennt man, daß die mehr in der Tiefe befindliche Kittmasse nur noch durch hellere Färbung gezeichnet ist, die rein an der Oberfläche dagegen verteilte intensiv schwarz ist und jetzt in Form gleichmäßig dicker Linien erscheint, die sich von dem Schlußleistennetz zwischen den übrigen Zellendflächen außerhalb des Haarzellenbezirks nur noch durch eine stärkere Tingierung und etwas größere Dicke unterscheiden, während die übrige, der Tiefe zu ausgebreitete und sich schneller entfärbende Intercellularmasse bei jenen Zellen überhaupt nicht vorkommt.

Die Form der Überlagerung jener Ränder der Außenruder, der beiden Phalangen und der sogenannten Schlußrahmen habe ich in Fig. 7 an der rechten Seite der Lamina reticularis vom Meerschwein wiedergegeben. Die eingefügten Haarzellen sind fortgelassen worden, sodaß die Art und Weise klar wird, wie hier die *freien Ränder*, d. h. also die *Haarzellenflächen jener Stützzellen den Kopfrand der Haarzellen untergreifen*. *Es sind mit anderen Worten die oberen Haarzellenenden gewissermaßen in basilarwärts ein wenig enger werdenden Ringfassungen befestigt*. Diese Art der Ein-

fügung zeigen natürlich auch axiale Längsschnitte durch die Schnecke, sofern nur ein genauer und natürlicher Situs zur Fixierung gekommen ist. Für die Sicherheit der Kopffassung ist das von entschiedener Wichtigkeit.

Allgemein sind nun im Bereich jener als *Lamina reticularis* erscheinenden Kittflächen die anliegenden Zellmembranabschnitte jener Stützzellen noch von einer besonderen Dichte, die sich an meinen Präparaten durch eine etwas andere und intensivere Färbung von den übrigen Teilen der Membranen jener Stützzellen unterscheidet. Diese oberflächlichen Stellen sind bei DEITERSschen Zellen von v. SPEE treffend als *Kopfreifen* bezeichnet worden. Einen unvollständigen Reifen würde also auch der seitlich-äußere Rand des Außenruders besitzen, sowie überhaupt alle jene Flächen der besonderen Stützzellen, die man am einfachsten ihrer Bedeutung nach als *Haarzellenflächen* bezeichnen könnte.

Durch eine *weitere Einrichtung* noch sind außerdem diese *Haarzellenflächen der Stützzellen* ausgezeichnet. Sie liegen zum kleinen Teil an der Oberfläche, zum andern Teil bereits in der Tiefe des CORTISchen Organs. Es finden sich nämlich längs jener Flächen dichtere Zellbildungen, welche auf meinen Präparaten infolge gleicher Färbung den Kopf- und Basalkörpern der CORTISchen Pfeilerzellen ähnlich sind und verschieden tief in das Innere der Zellen vordringende besondere Verdickungen der Zellmembran zu sein scheinen.

Von besonderer Wichtigkeit müssen diese inneren Randpartien aller jener Kopfreifen erscheinen, weil sie die *oberen Ansatzflächen von Stützfasersystemen* sind, die aus der Tiefe des CORTISchen Organs zur Oberfläche seiner *Lamina reticularis* emporsteigen. Die unteren Enden dieser Fasersysteme stehen mit alleiniger Ausnahme der Fasern der Außenruder auf der *Membrana basilaris* (Figg. 1—4 und 11 u. 12). Die Art und Weise ihrer Befestigung ist die gleiche wie die für die Pfeilerzellen näher beschriebene. Denn sieht man von den speziellen Fußbildungen ab, die bei diesen beiden Stützzellen so mächtig erscheinen und durch basale Einschlußkörper ausgezeichnet sind, so muß natürlich die allgemeine Art ihrer Verkittung auf der Fläche jener Grundmembran auch für die DEITERSschen Zellen wie überhaupt für alle die Zellen gelten, welche mit der *Membrana basilaris* durch Verkittung ihrer Zellgrundflächen fest verbunden sind.

Die tiefen Fasersysteme der *Lamina reticularis*, auf die ich jetzt näher eingehe, sind einmal solche der beiden *CORTISchen Pfeilerzellen* und zweitens solche der *DEITERSschen Zellen*. Bei den *CORTISchen Zellen* sind es die bekannten Fasern des Außenruders und der Kopfplatte des Innenpfeilers; letztere stützen den axialen Rand der ersten, jene den gleichen Rand der zweiten äußeren Haarzellenreihe. Wie schon erwähnt, geht das letztere System aus dem Kopf des Außenpfeilers hervor; wie später gezeigt werden soll, ist es auch durch eine außerordentlich frühe Ausbildung bei der Entwicklung des *CORTISchen Organs* charakterisierbar. Mit der Basilmembran steht es nach meinen bisherigen Beobachtungen nicht in direkter Berührung.

Im besonderen werde ich aus diesem letzteren Grunde in den Faserbildungen des allgemeinen Stützapparates der Haarzellen, die ich vorhin zusammen als tiefe Fasersysteme der *Lamina reticularis* bezeichnet habe, eine Gruppe von Fasersystemen unterscheiden müssen, welche direkt von der Grundmembran bis zum entsprechenden Kopf einer Haarzelle reicht. Diese durchgehenden Fasersysteme finden sich ausschließlich teils in der Innenpfeilerzelle, teils in den drei *DEITERSschen Zellen*. Die Außenpfeiler nehmen also in dieser Hinsicht jene Sonderstellung nach meinen bisherigen Beobachtungen ein.

Die durchgehenden Fasersysteme der *DEITERSschen Zellen* bilden im Innern derselben und zwar zusammen mit dem später genauer zu beschreibenden basalen Stützkelch der Haarzellen zunächst einen aus mehreren Fasern zusammengesetzten Faserstab, welcher gleichmäßig in der unteren Zellhälfte mehr dem axialen Zellrand anliegt (Figg. 1—4, 11, 12 u. 7) und nach unten zu unter geringer konischer Verbreiterung, die im Profil dreieckig erscheint, gegen die Membrana basilaris anstößt. Der allgemeinen Form dieses Fußes entsprechend zeigen alle einzelnen Fasern eine endständige und geringe konische Verdickung, wie sie zu entstehen pflegt, wenn ein runder und noch aus weichem Material bestehender Stab gegen eine festere Platte aufgestoßen wird.

Nach oben zu gehen, wie meine Beobachtungen zeigen, aus diesen Faserstäben der *DEITERSschen Zellen* zu einem Teil jene tiefen Fasersysteme der *Lamina reticularis* hervor, indem sie sich von der im allgemeinen stärkeren Fasermasse des basalen Stützkelches oder des *DEITERSschen Verbindungsstieles* abtrennen, was

ungefähr in der Kernhöhe der Zelle zu geschehen pflegt. Sie nehmen dann zu diesem letzteren Stiel, der in einer schräg axial aufsteigenden Richtung dem unteren Haarzellenende zustrebt, eine Richtung an, welche bei den ersten und zweiten DEITERSschen Zellen stark zur Seite und etwas nach außen führt und der Abtrennung des *Phalangenfortsatzes der DEITERSschen Zellen vom Hauptstück* der Zelle entspricht. Figg. 1—4, 11, 12 zeigen auf axialen Längsschnitten diese Richtung an, Figg. 7, 19, 20, 22—25 dagegen die stark seitliche Ausladung dieser Zellfortsätze, welche bei der ersten und zweiten Reihe der DEITERSschen Zellen so gewaltig ist, daß, wie RETZIUS und v. SPEE zuerst genauer gesehen, 2—5 Haarzellen unter wellenförmigem Emporsteigen passiert werden, bis schließlich aus den Phalangenfortsätzen jene Phalangenplatten hervorgehen, welche in jener bekannten Weise reihenförmig mit den Kopfenden der zweiten und dritten äußeren Haarzellen alternieren. Ihrer Länge nach sind diese Phalangenfortsätze der ersten und zweiten DEITERSschen Zellen von jenem Fasersystem durchzogen, was zuerst vereinzelt von NUEL gesehen und dann allgemein und genauer als eine konstante und charakteristische Einlage von RETZIUS nachgewiesen worden ist, welche nach seinen neuesten Mitteilungen¹⁾ aus 2—4 Fädchen zusammengesetzt ist. Beim Menschen besteht sogar nach der Angabe von SPEES dieser RETZIUSsche Faden aus sieben und mehr Fasern. Auch meine Präparate von Meerschwein, Maus, Hund und Katze zeigen eine Zusammensetzung aus 3—4 Fäserchen, die teils schon unten bei der Abzweigung des Phalangenfasersystems in wechselnden Kurven aus dem dickeren Faserstab des Hauptstückes sich loslösen, dann wieder zu einem dickeren Strang vereinigt werden und schließlich oben regelmäßig in der Phalangenplatte selber oder dicht unter ihr im sich verbreiternden Übergangsstück in 3—4 Einzelfasern auseinanderweichen. Unter konischer Verbreiterung inserieren sie schließlich am Kopfreif der DEITERSschen Zellen. Beim Meerschwein liegt die Insertionsstelle mehr am axialen Rand (Fig. 7), bei Hund und Katze (Fig. 13) und noch mehr bei der Maus (Fig. 6, 8) unter fast querer Ansatzrichtung am seitlichen Rand der jedesmaligen Phalangenplatte.

Einer *besonderen* Besprechung bedarf die *dritte DEITERSsche*

1) Biologische Untersuchungen IX. 1900.

Zelle und ihr durchgehendes Fasersystem; dasselbe ist bisher unbekannt geblieben. Es bildet aber in der Schnecke von Meerschwein, Hund und Katze, wenn man zunächst vom basalen Anfang des CORTISCHEN Organs absieht, einen überall sehr charakteristisch angeordneten *äußeren Tragbogen*, der in seiner ausgeprägten Form also eine fast für den ganzen Umfang des CORTISCHEN Organs geltende wichtige Bedeutung haben wird.

Nur in der Schnecke der Maus mit ihren durchweg kurzen *äußeren Haarzellen* kommt dieses *äußere Bogensystem* erst im Ende der *Spitzenwindung* mit ihren längeren *Haarzellen* zur Ausbildung. Zum Unterschied von der Schnecke bei Katze, Hund und Meerschwein herrscht also fast in der ganzen Schnecke der Maus der *basale Typus* vor, d. h. eine Bauart, die bei jenen nur im unteren Anfang des Schneckenganges zu finden ist.

Der *basale Typus des CORTISCHEN Organs* besteht nach meinen Untersuchungen darin, daß die *dritte DEITERSsche Zelle* einen oberen Fortsatz besitzt, der sich in der Hauptsache wenig von den entsprechenden Phalangenfortsätzen der zweiten und ersten Reihe unterscheidet; er enthält ebenso wie diese ein Fasersystem, was RETZIUS nicht gesehen hat. Seine Insertion liegt am axialen Rand des sogenannten Schlußrahmens und ist durch mächtige kutikuläre Verdickungen ausgezeichnet (s. Figg. 6 und 8 von der Maus). Seine Wirkung greift also, der dritten *äußeren Haarzellenreihe* zunächst, von außen her die *Lamina reticularis* an.

Der Reihe der dritten DEITERSschen Zellen fügen sich bekanntlich die HENSENSchen Stützzellen an, jedoch nicht ihrer ganzen Länge. Während sie unten in der Nähe der Membrana basilaris direkt anliegen, weichen sie oben zurück. Dadurch wird an dem *äußeren Rande* des eigentlichen CORTISCHEN Organs ein tunnelförmiger Raum gebildet, der nach meinen Beobachtungen bei diesen vier Säugetieren in der ganzen Länge des CORTISCHEN Organs ausgeprägt ist und ebenso wie dieses oder wie speziell der Zwischenpfeilertunnel spiralig von der Basis bis zur Spitze verläuft. Ich werde ihn als *äußeren Tunnel* bezeichnen zum Unterschied von jenem Gewölbe, das ich als *inneren Tunnel* unterscheiden will: Der *äußere* und *innere Tunnel* hängen durch die *NUELSchen Räume* zusammen. Beim *basalen Typus des CORTISCHEN Organs* liegen nun die *oberen Zellfortsätze der dritten DEITERSschen Zellen* mit ihrem durchgehenden Fasersystem an der axialen Wand des

äußeren Tunnels. Seine äußere Wand würde dann von der ersten HENSENSchen Stütze, sein Dach von einer gewölbeartig eingefügten Deckzelle gebildet sein (Fig. 1 aus der ersten Windung der Meerschweinschnecke, Fig. 12 aus der zweiten Windung der Schnecke der Maus).

Beim *oberen oder apicalen Typus des CORTISchen Organs* läuft dagegen das *Fasersystem der dritten DEITERSchen Zelle im Bogen um die äußere und obere Fläche des Tunnels herum*, was durch eine ausgiebige Richtungsänderung des oberen Fortsatzes dieser Zellen verursacht wird.

Wie Fig. 1—4 von den entsprechenden Windungen der Meerschweinschnecke, Fig. 11 von der ersten Windung einer Schnecke vom Hund und Fig. 5 aus dem Endabschnitt der Spitzenwindung der Maus zeigen, ist aus dem anfänglich mehr axial-schief zur Lamina reticularis emporstrebenden Faserstab ein *Bogensystem von Fasern* geworden, welches nunmehr den ganzen Raum des äußeren Tunnels umspannt. Bei der Maus ist es nur bescheiden entwickelt (Fig. 5); bei Katze und Hund (Fig. 11) mächtiger schon ausgeprägt erreicht es in der Schnecke des Meerschweins seine gewaltigste Formentwicklung, die besonders in der dritten und vierten Windung auffallen muß, wo dieser Stützbogen nicht nur das eigene Gewicht der Haarzellen zu tragen hat, sondern auch das Gewicht von Fetttropfen auszuhalten, die in sonderbarer Weise als eine Last von Fettzellen dem Rücken des CORTISchen Organs aufgeladen sind.

Das besprochene Bogensystem, welches in der angegebenen Weise für den *oberen Schneckentypus* charakteristisch ist, werde ich als *äußeren Tragbogen der Haarzellen* bezeichnen. Ihm gegenüber würden dann die *durchgehenden Fasersysteme des Innenpfeilers mit seiner Kopfplatte* einen entsprechenden *inneren Tragbogen* bilden, welcher durch das *Fasersystem des Außenpfeilerruders von unten her überall verstärkt* wird. Eine *stellenweise Verstärkung des äußeren Tragbogens* endlich findet sich bei Gehörorganen mit vier äußeren Haarzellenreihen, wo es auch zu einer entsprechenden Ausbildung einer *vierten DEITERSchen Zellenreihe* kommt. Diese bildet dann nach meinen Beobachtungen in gleicher Weise ein *zweites äußeres Bogensystem*, welches sich demjenigen der dritten DEITERSchen Zelle verstärkend anschließt, wie Fig. 11 an einem axialen Schnitt durch die zweite Schneckenwindung vom Hund zeigt (die Zeich-

nung gibt die eingefügte vierte Haarzelle nicht an, die erst auf dem nächsten Schnitt enthalten ist). Einen horizontalen Schnitt durch die tieferen Schichten des CORTISCHEN Organs aus der gleichen Windung gibt Fig. 21 wieder, welche die Einfügung dieser unvollständigen Reihe vierter DEITERSscher Zellen mit dem Schiefschnitt ihrer Fasersysteme zeigt.

Zusammen mit der Lamina reticularis also, welche in der oben angegebenen Weise durch die verschränkte Anordnung von Außenruderreihen und zwei Reihen von Phalangenplatten jene *regelmäßigen Ringfassungen* für die Kopfen der äußeren Haarzellen enthält, bilden das äußere und innere Bogensystem einen *allgemeinen Tragbogen im CORTISCHEN Organ*, dem alle Haarzellen gewissermaßen angehängt sind. Über viele Zellen hinweg verläuft er, aus Stützfasern und Ringfassungen aufgebaut, längs der Oberfläche des CORTISCHEN Organs in einer nach außen aufsteigenden Kurve. Nach unten zu hängen seine beiden gebogenen und starkfaserigen Schenkel im Bereich der Innenpfeilerzelle und andererseits an der Stelle der dritten DEITERSschen Zelle mit der Membrana basilaris zusammen, sodaß also dieser allgemeine Tragbogen der Haarzellen längs der Fußflächen seiner beiden Bildungszellen an zwei in radialer Richtung weiter von einander entfernten Stellen der Grundmembran aufgespannt erscheint. (Schema I S. 43. Siehe hierzu auch die Flächenansicht des CORTISCHEN Organs, von denen Fig. 7 der 2ten Windung der Meerschweinschnecke, Fig. 15 aus derjenigen von der Katze, Fig. 8 von der Maus entnommen sind).

Diesem bogenförmig, im CORTISCHEN Organ aufgespannten Tragsystem sind die Haarzellen derartig angehängt, daß dicht *an der axialen Umbiegungsstelle des inneren Bogenschenkels die innere Haarzellenreihe* in der oben geschilderten Weise befestigt ist, während die *drei äußeren Haarzellenreihen* von dem *mittleren Teil der Kurve* herunter hängen. Entfernter von den äußeren Haarzellen greift also die Stützwirkung des äußeren Bogenschenkels an; nur beim basalen Typus liegt auch die dritte äußere Haarzellenreihe der Umbiegungsstelle des äußeren Tragbogens näher. (Figg. 1, 8, 12).

Am fixierten Präparat erscheint nun der allgemeine Tragbogen der Haarzellen meistens mehr oder weniger in *seiner Mitte eingedrückt*, also dort, wo die drei äußeren Haarzellenreihen eingehängt sind. Je vollkommener jedoch der allgemeine Situs des Ductus cochlearis erhalten ist, um so weniger ist dieses mittlere,

belastete Stück der Lamina reticularis basilarwärts eingebogen, woraus ich schließe, daß im Leben diese Form der Oberflächenkurve nur leicht ausgeprägt ist. Eine starke Concavität wird also auf eine bei der Fixierung entstehende Schrumpfung der Innenpfeiler und der äußersten DEITERSschen Zellen zunächst zurückzuführen sein, welche die Ursprungszellen des inneren und äußeren Bogensystems sind. Außerdem sind an einer durch den Fixierungsvorgang erfolgenden Entspannung jedenfalls noch eine weitere Reihe von Zellen beteiligt, die durch den Einfluß der Gerinnungsflüssigkeiten eine direkte Einziehung jener Partien der Lamina reticularis bewirken, während sie dieselben in Wirklichkeit und im lebenden Organ von der Membrana basilaris her unterstützen. Es sind dies die *I. u. II. DEITERSschen Zellen*. Ich meine also, daß außer den *Außenpfeilerzellen*, welche, wie oben bereits auseinandergesetzt, infolge ihrer schiefen axialen Neigung, ihrer starrfaserigen Struktur und ihrer festen oberen Verbindung mit dem Kopf der Innenpfeilerreihe für eine *besondere Stütz- resp. Spannvorrichtung des allgemeinen Tragbogens* sehr geeignet erscheinen, noch *die erste und zweite Reihe der DEITERSschen Zellen als besondere basale Stützeinrichtungen jenes schwächeren Teiles der Lamina reticularis externa aufzufassen sind*, da sie durch ihre *Phalangenfortsätze* nicht nur jene Ringfassungen bilden helfen, sondern auch durch das System ihrer durchreichenden Fasern von der Membrana basilaris abgedrängt halten müssen (siehe hierzu das Schema II S. 44). Daß die oberen oder Phalangenfortsätze der ersten beiden DEITERSschen Zellreihen nicht etwa die Lamina reticularis einziehen sondern in der angegebenen Weise aussteifen müssen, folgt ohne weiteres daraus, daß diese Zellformen *überlange und deshalb stark s-förmig gekrümmte Phalangenfortsätze* besitzen (s. Figg. 24 und 33).

Basale Stützkelche der äußeren Haarzellen.

Zu den auffallendsten mechanischen Einrichtungen des CORTISchen Organs gehören nach den Pfeilerzellen und dem von ihnen gebildeten Tunnel gewisse Fasersysteme der DEITERSschen Zellen, welche ich zum Unterschied von jenen durchgehenden Fasern des äußeren Stützbogens oder denjenigen ihrer Phalangenfortsätze allgemein als *unteres Fasersystem der DEITERSschen Zellen* bezeichnen

werde. Im Anfang, d. h. also im *Fußteil der Zelle*, liegt dasselbe noch mit jenen längeren Fasermassen zu einem Faserstab vereinigt zusammen; in der *Kernhöhe* jedoch trennt es sich ab, um an demjenigen Abschnitt der DEITERSschen Zelle zu inserieren, welcher durch das von oben in ihn eingelassene untere Ende der Haarzelle in seiner Form bestimmt wird. Bisher ist dieser *untere Kopf* der DEITERSschen Zelle, wie ich ihn nennen will (den *oberen* würde also die in der Lamina reticularis sitzende Platte des Phalangenfortsatzes bilden), nur unvollständig in seiner Form erkannt worden. Er zeigt auf meinen Präparaten eine stumpfkönische Form und ist *ziemlich tief von oben her ausgehöhlt*, entsprechend dem in ihn eingesenkten unteren Haarzellenteil. Bis zu ihrem Kern tief ist die äußere Haarzelle in den unteren Kopf der zugehörigen DEITERSschen Zelle eingelassen. Jene Aushöhlung hat ungefähr *Trichterform*, dessen *unterer*, spitz auslaufender Abschnitt aber infolge seiner starken Verjüngung von dem oval abgerundeten *unteren* Ende der cylindrischen Haarzelle *nicht ausgefüllt* wird; außerdem ist diese trichterartige Kopfhöhle an ihrer *seitlich-axialen Wand tief eingeschnitten*, sodaß der ganze Rand des unteren Kopfes einer DEITERSschen Zelle einen seiner Hohlung entsprechenden *rockkragenförmigen Ausschnitt* zeigt, aus welchem wie ein Hals die Haarzelle herauskommt. (Figg. 1, 2, 19, 22, 23, 29, 33). Die *Wand dieses Trichters* finde ich von Fasern ausgesteift, die in der Höhe des unteren Kopfes einen *unvollständigen Kelch* bilden und nach unten in einen *Stiel* sich zusammenschließen, welcher sich mit den von oben her herabkommenden Fasern des Phalangenfortsatzes zu jenem *dicken Faserstab* vereinigt, der unten mit einem konisch verbreiterten Fuß der *Membrana basilaris* angefügt ist. (Figg. 1—4 und 7 vom Meerschwein. Figg. 12, 5, 14 von der Maus, Figg. 22—24 von der Katze, Fig. 11 vom Hund).

Aus dieser allgemeinen Anordnung folgt, daß das beschriebene *untere Fasersystem der DEITERSschen Zellen einen basalen Stützapparat für die äußeren Haarzellen* bildet, welcher das untere Haarzellenende mit seinen Fasern umgreift und der Membrana basilaris zu gestützt hält, weshalb ich denselben als *basalen Stützkelch der äußeren Haarzellen* bezeichnen will.

Es ist keine Frage, daß dieser Stützkelch dem entspricht, was DEITERS früher als „Verbindungsstiel“ gesehen und irrüm-

licher Weise als einen wirklichen und eigenen Fortsatz der Haarzellen selber gedeutet hat. Seine Beschreibung ist folgende: „Ich kann jetzt bestimmt aussprechen, daß jede CORTISCHE Zelle jenseits des Kernes sich ganz allmählig zuspitzt und dann in einen Fortsatz ausgeht, der schon hier, weil er sich mit entsprechenden anderen Fortsätzen verbindet, der *Verbindungsstiel* genannt werden soll. Dieser Fortsatz, der, wie gleich zu erwähnen, auf der Basilmembran fest sitzt, ist in den allermeisten Fällen abgebrochen und sitzt an dem entgegengesetzten Ende fest, mehr oder weniger von der Zelle mitnehmend. Sehr gewöhnlich ist, daß der Fortsatz gerade um den Kern herum abbricht und den Kern umgebenden Halbbogen mitnimmt. Mit diesem erscheint der Fortsatz einer Art Zange ähnlich.“ Vergleicht man die DEITERSschen Abbildungen (Fig. 23, d, e, f) mit meinen Zeichnungen, so ergibt sich eine vollständige Übereinstimmung. Auch die spätere Angabe NUELS, daß der Verbindungsstiel der Haarzellen in die DEITERSschen Zellen eindringen soll, wird aus meiner Beschreibung des basalen Stützkelches erklärlich. Ebenso kommt in den dann folgenden Beobachtungen, welche GOTTSTEIN zu dem Ausdruck einer „zangenartigen Umfassung des Vestibularkerns“ und WALDEYER zu dem Begriff einer „Kernzange“ geführt haben, bereits etwas von dieser ganzen kelchartigen Einfassung und basilarwärts gestützten Befestigung der Haarzellen zum Ausdruck.

Im übrigen ist natürlich jener Verbindungsstiel kein eigener Haarzellenfortsatz, was daraus hervorgeht, daß in jenem Kelch die gerundete Zellmembran am Haarzellenende überall nachweisbar ist; ebenso ist die GOTTSTEIN-WALDEYERSche Theorie, welche DEITERSsche Zelle und Haarzelle zusammen als eine einheitliche „Doppelzelle“ faßte, unrichtig, wie bereits RETZIUS gezeigt. Daß der „Verbindungsstiel“, wie schon DEITERS angibt, sehr deutlich am frischen, unmittelbar nach dem Tod in Glaskörperflüssigkeit untersuchten Gehörorgan zu sehen (Fig. 26) ist, kann ich durchaus bestätigen. Das DEITERSsche Bild einer Zange ist nur insofern unvollkommen, als es ausschließlich die Vorstellung zweier Arme hervorruft, die klammerartig umgreifend wirken; im flachen Profilbild und mit wenig Tiefe besitzenden Objektivlinsen gesehen, wird ein Kelch oder Trichter von Fasern, zumal wenn er an einer Seite ausgeschnitten ist und besonders noch von dieser Seite her gesehen wird, eine derartige Vorstellung auslösen

können. Daß es keine Zange sondern ein nicht ganz geschlossener Stützkelch ist, zeigen sowohl meine von verschiedenen Seiten her dem Stützkelch abgenommenen Ansichten (Fig. 1 von der achsialen Seite her, Fig. 7 von oben-außen her, Fig. 12a von der Achse her, Fig. 12b eine gleiche Stelle von oben-außen her, Fig. 13 von oben innen her, Fig. 14 von außen her gesehen) als auch *besonders durch die unteren Köpfe der DEITERSschen Zellreihen gelegten Querschnitte*, welche, wie Fig. 12c aus der Mitte der Schneckenwindung einer Maus angibt, die bis auf jenen seitlich-axialen Einschnitt vollständige Trichterform des Stützkelches zeigen.

Genauer hat bereits KATZ (l. c.), wie ich nachträglich bei Durchsicht der einschlägigen Litteratur gefunden, diesen *Stützkelch* beobachtet. Seine Beschreibung geht weit über diejenige hinaus, die sonst vor ihm oder auch nach ihm gegen die alte DEITERSsche Beobachtung eines Verbindungsstieles mit der Membrana basilaris geltend gemacht worden ist. Als „*zangenbecherförmiges Gebilde*“ hat KATZ die DEITERSsche Zange erkannt und auch zuerst angegeben, daß derjenige Teil der DEITERSschen Zelle, den ich den unteren Kopf nenne, „nach der Seite der äußeren Pfeiler hin offen steht.“ Klar ist auch seine Beschreibung „daß der Becher, d. h. das Gebilde, welches nach unten einen Becher, nach oben eine Zange darstellt, das untere Ende der CORTISchen (Stäbchen-) Zelle aufnimmt.“ Die Abbildungen, die KATZ seiner ersten Arbeit (1888) beigefügt, zeigen auch etwas mehr wie die früheren Figg. 23 d—f auf Tafel VI des DEITERSschen Werkes (Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea. Bonn 1860). Doch fehlt die genaue protoplasmatische Grenze der ganzen DEITERSschen Zelle sowie der Einschnitt des Kelches und die tiefe Spaltung des Faserstabes in das System des Stützkelches und der längeren Phalangenfäden. Eine Streifung der Kelchwand kommt dagegen auf den KATZschen Zeichnungen bereits etwas zum Ausdruck. Ein *Stützapparat für beide Zellen* ist nach KATZ dieser Phalangenfaden mit seinem Anhang eines „zangenbecherförmigen Gebildes.“ Von seiner Ansicht, daß an dieser Stelle „eine Verklebung mit geringer Beweglichkeit der CORTISchen Zelle“ vorliegt, weicht meine weiter unten geäußerte Ansicht im ersten Punkt nicht viel ab; nur der „Beweglichkeit“ traue ich nicht recht. Sonst meine ich, daß hauptsächlich für die CORTI-

schen Haarzellen eine basale Stütze durch solche Einrichtungen geschaffen ist, die natürlich für jene Funktion einen eigenen Halt in sich haben, oder wie KATZ sich ausdrückt, auch einen „Stützapparat der DEITERSschen Zelle“ bilden müssen.

Eine Besonderheit von allgemeinerer Bedeutung finde ich noch am *ganzen Rand des Stützkelches*. Auf nicht zu stark differenzierten Präparaten unterscheidet er sich von der übrigen Masse des Kopfes als dunkler und bei verschiedenen Tieren und auch an verschiedenen Windungsabschnitten desselben Gehörorgans verschieden starker *Randsaum*, welcher am äußeren Umfang vielfach breiter ist wie am seitlich axialen Einschnitt, wo er schließlich nach unten zu fein zugespitzt ausläuft. Dieser Randsaum am Ausschnitt des unteren Kopfes ist offenbar eine cutikulare Bildung. Fig. 19 zeigt denselben von innen her, Fig. 20 von außen oben her; auch auf den übrigen vorhin angegebenen Figuren tritt überall diese Randlinie hervor, die ich als *unteren Einfassungsring* der Haarzelle bezeichnen will. Nach meinen Erfahrungen umgreift er die eingefügte Haarzelle eng. Von unten her hängen mit ihm jene *Fasern des Stützkelches* unter geringer Änderung ihrer Substanz zusammen, die eine schnellere Entfärbung an solcher Stelle bedingt.

Die Vorstellung, die ich mir auf Grund dieser angegebenen und abgebildeten Beobachtungen von der Art der Einfügung einer äußeren Haarzelle in den Stützkelch der DEITERSschen Zelle gemacht habe, geht dahin, daß der Einfassungsring samt seinem Kelch von Stützfasern eine *Vorrichtung* bedeutet, die das *untere Haarzellenende wie eine Klemme faßt und sichert*. Daß die *ein-klemmende Wirkung* nur eine *leichte* sein kann, dürfte daraus hervorgehen, daß am frischen Präparat die Haarzelle wohl vollständig den Ring ausfüllt aber doch keine irgendwie deutliche Einschnürung an dieser Stelle zeigt; daß aber andererseits Einfassungsring und Stützfasern eine festhaltende Masse bedeuten, dürfte daraus hervorgehen, daß an *frischen*, natürlich nicht zu stark mißhandelten *Isolationspräparaten DEITERSsche Zellen und Haarzellen eine Masse bilden*. Im übrigen zeigen Faserkelch und Ring eine entsprechende Unnachgiebigkeit, welche auf axialen Schnechnitten hervortritt, die z. B. in ZENKER-Flüssigkeit fixiert und mit Salpetersäure-Alkohol nachbehandelt sind. Sie erscheint als eine geringe Verbreiterung der Haarzellen dicht oberhalb jener ein-

klemmenden Fassung und ist wohl durch Quellung des Protoplasmas und der Membran der Haarzellen entstanden.

Die *Richtung, in welcher die Stützkelche auf der Membrana basilaris stehen, ist der Schneckenachse zu konvergent*; sie zeigen also auf axialen Längsschnitten eine *der Außenpfeilerzelle parallele und axial-spitzenwärts gerichtete schiefe Neigung*. Wie die Außenpfeiler oder auch Innenpfeiler sind ihre unteren Stiele entweder gerade oder leichter und stärker wellenförmig gebogen, was mir mehr von einem besser oder schlechter fixierten allgemeinen Situs des CORTISCHEN Organs abzuhängen als der Wirklichkeit zu entsprechen scheint. Für die basalen Stützkelche der äußeren Haarzellen gelten eine ganze Reihe von Variationen, die in der Hauptsache folgende sind und zunächst *Unterschiede in der Stärke und Form des Stützkelches* bedeuten.

Im allgemeinen sind, abgesehen von den oberen Schneckenwindungen des Meerschweins, die Stützkelche in den *unteren Abschnitten des CORTISCHEN Organs am stärksten* ausgeprägt; sie sind hier außerdem von *gedrungener Gestalt*, welche der geringeren Länge der DEITERSSCHEN Zellen entspricht. Dadurch wird es leicht, aus dem reinen Anblick der „Verbindungsstiele“ allein ihre Stellung in der aufsteigenden Höhe des CORTISCHEN Organs zu bestimmen. Figg. 22, 23, 24 zeigen solche Differenzen in der *Stärke des Stieles* für die untere, mittlere und obere Windung der Katzenschnecke an den ersten DEITERSSCHEN Zellen; sie lassen ebenfalls die *erheblichen Unterschiede in der Form und Tiefe des eigentlichen Stützkelches* erkennen, der im Spitzengebiet der Schnecke also kürzer, flacher und ärmer an Fasern wird. Es entspricht also nicht, wie man vielleicht aus der oben entwickelten Ansicht über die stützende Eigenschaft dieses unteren Fasersystems erwarten könnte, der Längenzunahme der Haarzellen auch eine gleiche in der Stärke ihrer unteren Stützen. Noch größer zeigt sich der Unterschied in der Schnecke der Maus; Fig. 5 gibt diese Verhältnisse am Spitzenende des CORTISCHEN Organs wieder, Fig. 19 an seinem basalen Anfang. *Zweitens bestehen Differenzen zwischen den drei Reihen der DEITERSSCHEN Zellen aus der gleichen Windungshöhe*. Im allgemeinen sind die *beiden ersten Reihen* durch einen *stärkeren Stiel* und *größeren Reichtum an Kelchfasern* vor der dritten Reihe DEITERSSCHER Zellen ausgezeichnet. Fig. 7 zeigt dies bei Ansicht von oben her an der zweiten Windung einer Meerschweinschnecke.

Für die *untere Windung* gilt dies wenig oder fast gar nicht; dagegen ist dies wiederum in den oberen Windungen der Schnecke von Maus, Katze und Hund zwar noch stärker ausgeprägt, sodaß oft auch bei meiner immerhin etwas zuverlässigen Methode der Untersuchung die *dritten DEITERSschen Zellen* nur *sehr wenige und feine Kelchfasern*, oft auch *anscheinend gar keine Kelchfasern* zeigen. Mit völliger Sicherheit kann ich allerdings bis jetzt nicht behaupten, daß in diesen Endabschnitten der dritten äußeren Reihe von DEITERSschen Zellen absolut keine Stützkelche gebildet werden, da bei einer differenzierten Färbung Fehlerquellen aus einer zu starken Entfärbung zumal bei einem etwas schwierigeren Objekt nicht selten sind, zumal hinzukommt, daß ich anfangs überhaupt keine derartigen Stützfasersysteme hier gefärbt bekam, später aber infolge einer sicherer gewordenen Methodik vielfach aus feinsten Fäserchen gebaute Kelche oder wenigstens einen oder zwei dünnere Stützfäden dieser Art beobachten konnte. Nur soviel kann ich also für das Spitzende des CORTISchen Organs von Maus, Hund und Katze behaupten, daß es durch eine *Reduktion der Stützkelche in der äußersten Reihe der DEITERSschen Zellen* charakterisiert ist. Nur für die Schnecke des Meerschweins gilt dies jedoch nicht, wie Fig. 3 und 4 zeigen.

Eine weitere Variation betrifft die gegenseitige *Richtung von Kelch und Stiel*. In dem *basalen und mittleren Umfang des CORTISchen Organs* verjüngt sich der Stützkelch nach unten zu gleichmäßig und in *gerader Richtung* zu seinem Stiel, wie aus *axialen Längsschnitten* hervorgeht. Vergleicht man jedoch mit diesen Profilbildern, die also nur für eine radiale Ebene eine gerade Stellung auf der Grundmembran angeben würde, eine Ansicht von innen oder außen her, so zeigt sich vielfach auf meinen Präparaten, daß eine geringe *seitliche Abbiegung des Stützkelches vom unteren Faserstab* vorkommt. Vielleicht ist dieselbe, da sie nicht völlig konstant ist, nur eine Folge der Konservierungsmethode.

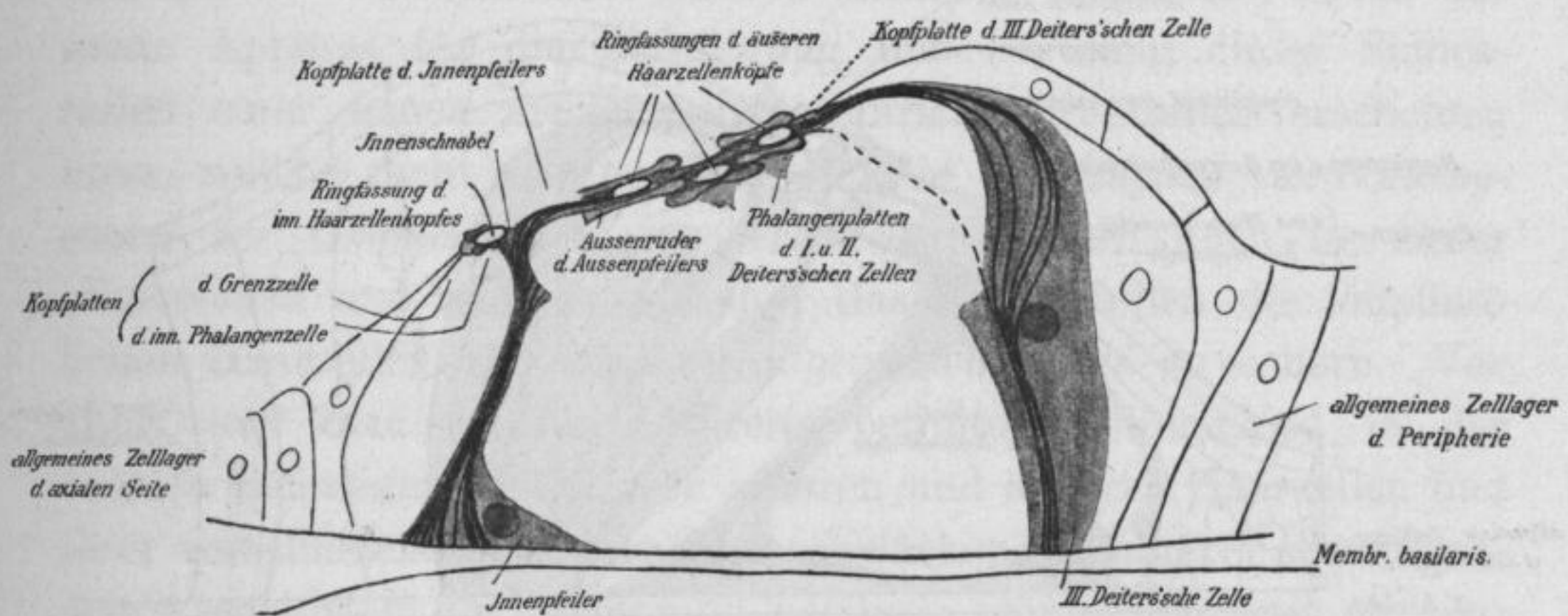
Auf solche Veränderungen sind aber sicherlich nicht jene *eigentümlichen Abweichungen* zurückzuführen, welche *häufiger in der Spitzenwindung* von Hund, Katze und Meerschwein vorkommen, während sie in den beiden unteren Windungen seltener sind; in der Schnecke der Maus habe ich sie bisher nie gefunden, obgleich ich daraufhin eine größere Anzahl von Exemplaren untersucht habe. Die *eine Art von Abweichungen* besteht darin, daß eine

Anzahl von Stützfasern des Kelches erst kreisförmig oder spiralig-zusammengerollt sind, bevor sie am Rand des Stützkelches inserieren (Fig. 24a zum Unterschied von Fig. 24b). Solche Kreistouren können auch in radialer Richtung innerhalb jener Höhe der DEITERSschen Zellen gebildet sein; erstere lassen sich dann leichter auf axialen, letztere klarer auf peripheren Längsschnitten beurteilen und auflösen. Eine zweite Gruppe von Besonderheiten liegt darin, daß nicht eine, sondern zwei DEITERSsche Zellen gemeinsam den Stützkelch für eine Haarzelle bilden und eine dementsprechende kompliziertere Verteilung ihres unteren Fasersystems zeigen (s. Fig. 24c, wo die rechte Zelle mit einem dunkler erscheinenden, schräg aufwärts gerichteten Seitenarm den Stützkelch der linken Zelle zusammensetzen hilft, während für die ihr entsprechende Haarzelle ein sehr zierlicher und in einem Bogen abgezwigter Stützkelch gebildet ist. Auch Fig. 24a zeigt am rechten oberen Rand (x) eine geringe und durch einzelne feine Fasern von unten her gesteierte Hohlung, welche zur Vervollständigung des nächsten, nicht mit gezeichneten Stützkelches dient). Solche Varianten können, wenn auch selten, in der basalen Windung vorkommen. Im übrigen kommen derartige Stützarme zu anderen Kelchen nicht nur nach der Seite hin vor. Wie in allen Schneckenwindungen mitunter zu finden ist, reichen solche besondere und tiefere Fortsätze auch axialwärts aus der zweiten Reihe DEITERSscher Zellen in die erste und aus der dritten in die zweite und sogar noch in die erste Reihe hinein, um der Vervollständigung und weiteren Ausstützung selbst entfernterer Stützkelche in der Quere zu dienen (Fig. 4 und Fig. 3). Umgekehrt findet sich zu diesen Varianten als seltenes Vorkommnis, daß von einer DEITERSschen Zelle zwei Stützkelche gebildet werden (s. Fig. 6c in der Mitte der II. DEITERSschen Zellreihe).

Endlich habe ich noch zu den unregelmäßigen Bildungen der DEITERSschen Zellen Einschlußkörper zu rechnen, welche im mittleren Teil der Zelle resp. ihrem unteren Kopf zu vorkommen. Beim Meerschwein ist die erste Windung z. B. dadurch ausgezeichnet, daß in allen drei Reihen DEITERSscher Zellen verzweigte Gebilde von teils homogener, teils körniger Beschaffenheit als besondere Anhänge des Faserstabes auftreten (s. Fig. 25). Bei der Maus endlich sind noch für den Anfang der zweiten Windung gewisse Bildungen typisch, die als kurze seitliche Backen dem oberen Abschnitt des Stützkelches selber eingelassen sind (Fig. 12).

Allgemeine Einrichtungen des Stützapparates der Haarzellen.

Wie ich ausführlich begründet habe, läßt sich im CORTISCHEN Organ von Säugetieren ein *Stützapparat von Fasern* nachweisen, welcher ausschließlich innerhalb gewisser *Stützzellen* und zwar der *Pfeilerzellen* sowie der *DEITERSschen Zellen* ausgebildet ist. Er gliedert sich in einen *allgemeinen Tragbogen der Haarzellen*, welcher teils an der *Oberfläche des CORTISCHEN Organs* besondere *Ringfassungen für die Haarzellenköpfe* enthält und andererseits nach unten zu auf der *Membrana basilaris* durch *zwei bogenartig gekrümmte Schenkel* befestigt ist, welche als *innerer Stützbogen* durch das *durchgehende Fasersystem der Innenpfeilerzelle* gebildet werden und als *äußerer*



Schema I.

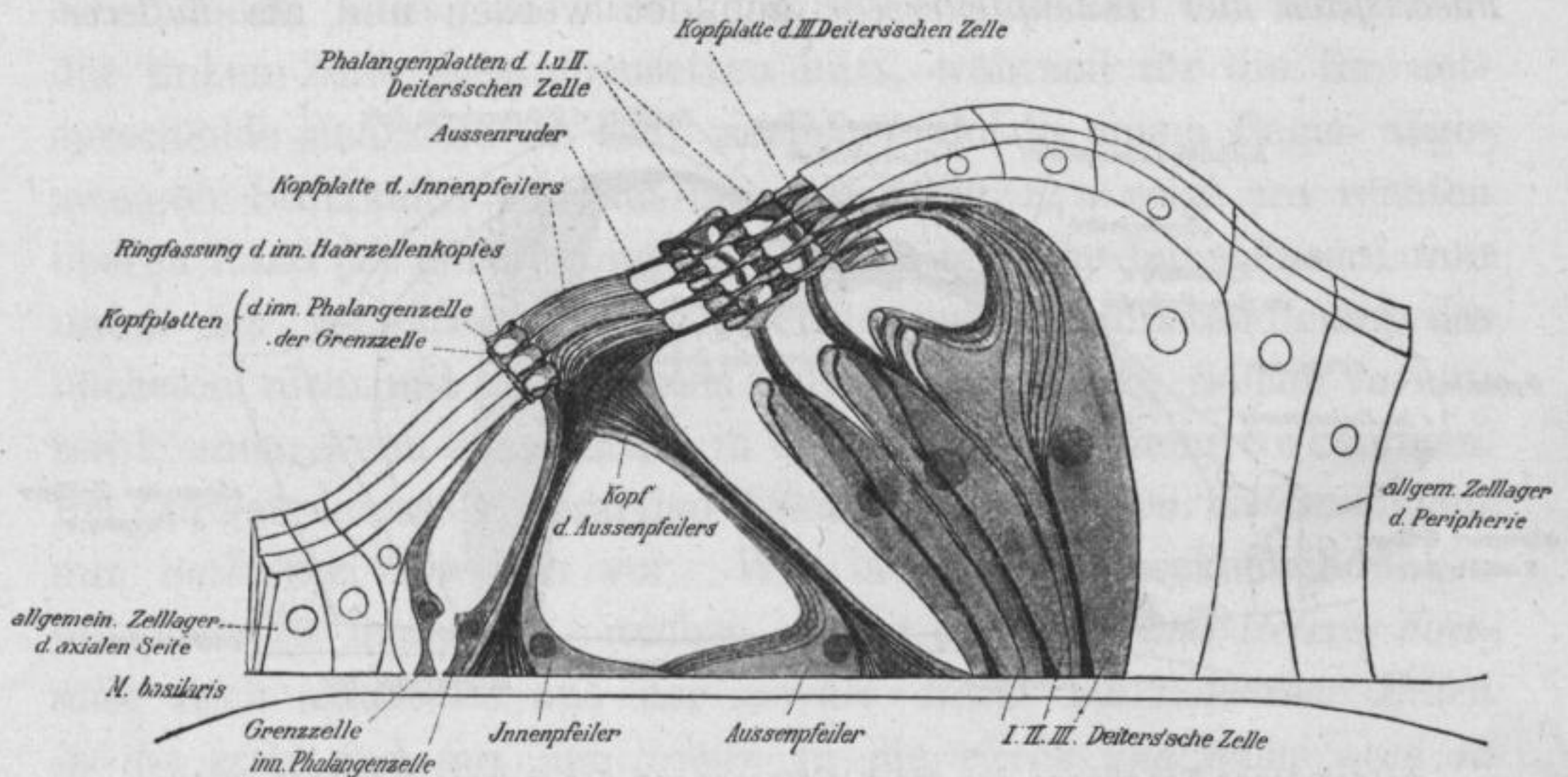
Allgemeiner Tragbogen für die Ringfassungen der Haarzellenköpfe in der Lamina reticularis.

(Die punktierte Linie gibt die Form des äußeren Bogens beim basalen Schneckentypus.)

Stützbogen in den *langen Faserzügen der dritten resp. der vierten DEITERSschen Zelle* enthalten sind (s. das Schema I). Diesem allgemeinen Tragbogen sind die herabhängenden Haarzellen mit ihren *Köpfen fest eingefügt* und zwar so, daß die *innere Haarzellenreihe* dem *inneren Stützbogen axial angefügt* ist, während die *drei resp. vier Reihen äußerer Haarzellen* an der *schwächeren Mitte jenes allgemeinen Tragbogens* befestigt sind.

Als weitere *Stützen für diesen Tragbogen mit seinen Kopffassungen der Haarzellen* dienen *besondere Zellen resp. die von ihnen gebildeten Fasersysteme*. Für die *inneren Haarzellen* gelten als solche Teile die *Innenschnäbel* der *Innenpfeilerzellen* und ihr *Fasersystem*, sowie die *inneren Phalangenzellen resp. Grenzzellen*, die infolge der *unmittelbaren Befestigung der Kopffassungen*

dieser Haarzellen am Winkel des inneren Stützbogens nur schwach ausgeprägt sind, ebenso wie die spärlichen Stützfasern der Innenschnäbel, zumal da noch diese Stelle des inneren Stützbogens durch das schief von unten her eingestemmte Fasersystem der Außenpfeilerzellen in mächtiger Weise ausgestützt ist. Als besondere Stützen für die Kopffassungen der äußeren Haarzellen können die Phalangenfortsätze der beiden ersten Reihen DEITERScher Zellen resp. das in ihnen enthaltene durchgehende Fasersystem sowie dasjenige der Außenruder der Außenpfeilerzellen aufgefaßt werden, welches als ein kurzes System von Fasern selbständig aus dem Kopf des Außenpfeilers hervorgeht. Erstere bilden also ein



Schema II

Ausgestützter und verstärkter Tragbogen der Haarzellen.

basales Stützsystem, da sie direkt auf der Basilarmembran befestigt sind; letzteres ist erst indirekt durch den Faserstab der Außenpfeilerzelle von der Membrana basilaris her getragen. Da seine Richtung fast rechtwinklig zur Ebene der lang aus den Köpfen herauspringenden Außenruder steht, so vermag die ganze miteinander verschränkte Masse von Außenpfeilerfasern eine ausgedehnte Stützwirkung auf die zahlreichen Ringfassungen der Lamina reticularis externa selber auszuüben (Schema II).

Von dieser oberen Befestigung der Haarzellen verschieden ist ihre basale Einfügung in einen besonderen Apparat von Zellen und Fasern. Als basale Stützen (auf dem Schema III der Tafel V rot gehalten) gelten für die innere Haarzellenreihe die unteren Hälften oder Abschnitte der inneren Phalangenzellen und der Grenz-

zellen, soweit sie mit ihrem wenig kompakt gebauten Protoplasma den unteren Umfang der einzelnen Haarzellen angreifen. *Wesentlich stärker* und durch *intracelluläre Faserkelche* ausgezeichnet sind die *basalen Stützeinrichtungen der äußeren Haarzellen*, welche zusammen mit den Außenpfeilerzellen und den basalen Schenkeln des äußeren Stützbogens, und zwar zwischen ihnen, auf den *stärker schwingenden Stellen der Membrana basilaris* befestigt sind. *Allgemein* erscheinen also die *Haarzellen* in einer *doppelten Weise*, am oberen und unteren Ende *gefaßt* dem bei den Schwingungen der Grundmembran folgenden Stützapparat eingefügt. Nur sind die *äußeren Haarzellen* zum Unterschied von den inneren *fester und sicherer* zwischen der oberen Ringfassung ihrer Köpfe und dem basalen Stützkelch ihres unteren Zellendes eingesetzt, sodaß der ganze Apparat für die Befestigung und Stützung dieser Sinneszellen einer feinen mechanischen Einrichtung ähnlich erscheinen kann, welche nicht nur geeignet ist, die *Übertragung von Schwingungen der Grundmembran zu vermitteln*, sondern auch in dieser allgemeinen und mitschwingenden Masse von Zellen die empfindlichen Haarzellen vor *störenden Eigenschwingungen* zu sichern. Vor allem aus dem mehrfach bereits betonten Unterschied in der basalen Befestigungsweise der inneren und äußeren Haarzellen und ihrer verschiedenen Stellung über schwächer und stärker schwingenden Abschnitten der Membrana basilaris würde man mit einigem Recht solche besondere Folgerung aus dem morphologischen Bild des Stützapparates der Haarzellen ableiten können. Speziell könnte man noch die basalen Stützen des allgemeinen Tragbogens und besonders die *faserreichen Phalangenfortsätze* der betreffenden DEITERSchen Zellen als *federnde Einrichtungen* auffassen, dazu bestimmt, eine *stärkere Kompression oder Dehnung der äußeren Haarzellen* zu verhüten, welche durch ungleich starke Schwingungen der Lamina reticularis und der tieferen Abschnitte des CORTISchen Organs entstehen müßten. Die stark s-förmig gebogenen und ein wenig spiralig aufsteigenden Phalangenfortsätze erwecken geradezu die Vorstellung solcher Funktion. Womit ich jedoch nicht behaupten will, daß nur an dieser Stelle des CORTISchen Organs solche Funktion zustande käme. Vielmehr wird überhaupt infolge einer *federnden Spannung im gesamten Stützapparat*, die durch die Bildung zweier entgegengesetzt liegenden Faserbogen, ihrer basalen Ausstützung u. s. w. herbeigeführt ist, solche Bedeutung ganz allge-

mein in jenem komplizierter zusammengesetzten System von Stützfasern, Ringfassungen und Stützkelchen mit enthalten sein müssen. Daß eine *bestimmt gerichtete Spannung hier vorhanden ist*, muß wohl aus den regelmäßigen Veränderungen gefolgert werden, welche bei intensiv und plötzlich wirkenden Fixierungsmitteln, den sogenannten und hinreichend bekannten schlechten Konservierungsflüssigkeiten des CORTISCHEN Organs, als jene charakteristischen *Einziehungen der Membrana basilaris* in die zwischen den beiden Pfeilerzellen gelegenen inneren *Abschnitte des Tragbogens* zu entstehen pflegen und weiterhin von *starken wellenförmigen Verbiegungen der Faserstäbe* der Pfeiler- und DEITERSschen Zellen sowie von *starken Abflachungen des äußeren Bogens* begleitet sind. Im übrigen aber dürfte es unmöglich sein, ohne weiteres eine irgendwie begründete Ansicht über die *Spannungen einzelner Teile jenes Stützapparates* schon jetzt aufzustellen. Auf die Hauptfrage nach der Innervation der Haarzellen und nach der Übertragung der Schwingungen der Grundmembran auf den nervösen Apparat der Haarzellen werde ich weiter unten einzugehen Gelegenheit haben.

2. Über das Vorkommen von Zentralkörpern im Epithel des Ductus cochlearis.

Bei meiner oben angegebenen differenzierten Hämatoxylinfärbung mit vorheriger Beize von Liquor Aluminis acetici oder Alsol erscheinen als *oberflächliche Differenzierungsreste aller Epithelzellen des Schneckenganges winzige Körnchen*, die meistens länger als die übrigen Protoplasmakörnchen dunkelgefärbt bleiben und mit *Ausnahme der Haarzellen*, wo *allein ein etwas größeres Korn* in einer Lücke der oberflächlichen cutikularen Platte vorkommt, sonst überall als *Doppelkörner* vorhanden sind, welche entweder weiter entfernt oder, wie meistens zu sehen, dicht nebeneinander zu einem engen Paar gestellt sind. Mitunter zeigen diese Gebilde, die den bisherigen allgemeinen Angaben über sogenannte Zentralkörper der tierischen Zellen und speziell den durch v. SPEE¹⁾ in der menschlichen Schnecke gefundenen Zellteilen entsprechen dürften, auch eine *geringe Stäbchenform*.

Im allgemeinen ist die Differenzierung dieser Körner auf meinen Präparaten ziemlich sicher, sodaß sie selbst auf den 20 μ dicken Celloïdinschnitten meiner Schneckenpräparate glatt einzu-

1) Münchener medizinische Wochenschrift 1902. No. 13.

treten pflegt. Doch ist zu erwähnen, daß mitunter, wenn auch selten, noch einige andere Körnchen der oberflächlichen Protoplasmaschicht gefärbt bleiben, wodurch dann eine präzise Entscheidung darüber unmöglich wird, was Zentralkörper sein soll und was nicht. Die folgenden Angaben beziehen sich also nur auf diejenigen an Zahl überwiegenden Zellen, bei denen solche oberflächliche Körner als alleinige oder dunkler gefärbte *Färbungsreste* geblieben sind. Vorausschicken will ich, daß sich meine Befunde mit denjenigen v. SPEES völlig decken.

Bei den *Haarzellen*, *äußeren* wie *inneren*, liegt je ein *größeres Korn* an der *äußeren, oder peripheren Seite des Kopfendes* (Fig. 7 vom Meerschwein), und zwar in einer hell erscheinenden Lücke der cutikularen Deckplatte des Kopfendes.

Bei den *Innenpfeilerzellen* liegt das *Doppelkorn* am *äußeren Rand der Kopfplatte*, bei den *Außenpfeilern* im *Außenruder* zwischen den fächerförmig ausstrahlenden Fasern seines Faserstabes (Fig. 13 von der Katze). Die *inneren Phalangenzellen* zeigen ihre beiden Körner am *axialen Rand*, ebenso wie die *beiden ersten Reihen der DEITERSchen Zellen* es meistens auch erkennen lassen; nur daß hier mitunter zwei Körner am *äußeren Rand* liegen. Eine weitere Variation besteht darin, daß drei und zuweilen auch vier Körner von gleicher Färbungsqualität und ungleicher Verteilung auf den axialen oder äußeren Rand vorkommen (Fig. 7 und 13). Bei der *dritten* Reihe DEITERScher Zellen liegen sie wieder mehr und durchweg in *Zweizahl* am *axialen* Rand zwischen den Insertionspunkten des äußeren Stützbogensystems (Fig. 13); sie können mitunter bei stärkerer Mitfärbung der verdichteten Grenzsäume der Zellmembranen durch dieselbe verdeckt sein. Bei den übrigen Zellen kommen sie ebenfalls durchweg in *Zweizahl* vor; abgebildet habe ich sie noch bei den Zellen des HENSENSchen Stützwulstes (Fig. 8 und Fig. 13) und denjenigen der REISSNERSchen Membran (Fig. 9a). Die Vermutung von RETZIUS, daß die von ihm bei Anwendung der HEIDENHAINschen Eisenhämatoxylinmethode in der Mitte der DEITERSchen Zellen gefundenen, dunkel gefärbten Körnergruppen Zentralkörper wären (biol. Untersuchungen IX), kann ich also nicht bestätigen oder unterstützen. Nach meiner Meinung wird es sich hier entweder um *körnig gebaute Einschlußkörper* in der Nähe meiner Stützkelche handeln, die oft nur ovale oder streifenartige Formen besitzen zum Unterschied von den eigen-

tümlichen verzweigten Gebilden in der Schnecke des Meerschweines, oder auch, was wahrscheinlicher, um *Neurosomenhaufen terminaler Cochlearisnerven* im unteren Raum des Stützkelches. In den körnerreichen Epithelzellen des Ligamentum spirale habe ich bisher keine durch späte Entfärbung charakterisierbaren Körnchen oder Doppelkörner von irgend welcher Regelmäßigkeit gesehen. Über eine Funktion dieser immerhin und auch sonst noch dunklen Zellgebilde enthalte ich mich jeder Äußerung oder Vermutung.

3. Die Endfläche des Vorhofsnerven und Hörnerven.

Bei einer bestimmten Differenzierungsmethode meiner Alsol-Hämatoxylinfärbung ist es mir bei einer Reihe von Schnitten gelungen, das *Ende des Nervus vestibularis und N. cochlearis im Gehörlabyrinth* genauer als bisher bekannt festzustellen. Solche Präparate zeigen die *terminale Endfläche des Nervus vestibularis und N. cochlearis* als eine an *Neurosomen* oder *Neurosomenhaufen reiche Protoplasmamasse*, welche einerseits mit *Sicherheit aus marklos gewordenen Nervenfasern* hervorgeht und zum zweiten Teil den *Haarzellen* in bestimmter Weise *angefügt* ist.

Figg. 31, 38 u. 39 zeigen die *intraepitheliale Endfläche des Nervus vestibularis* im Bereich der *Macula* und *Crista acustica*.

Fig. 31 zeigt auf einem Längsschnitt durch die *Macula acustica* einer 3 Tage alten Katze die *Neurosomenverteilung* in den noch marklosen Nervenfasern¹⁾ unterhalb des Epithels, welche zum Teil sehr dicht und grob granuliert erscheinen. Beim Durchtritt durch die Basalmembran hört das Neurilemm der einzelnen Nervenfasern auf. Sehr klar tritt dann das verzweigte *intraepitheliale Nervengeflecht* als ein Geflecht dicht *granulierter Fäden* hervor, welches schließlich in einen sehr *engen und feinen granulären Belag* sich fortsetzt, welcher die *Haarzellenoberfläche* in einer *gleichen Weise einhüllt*, wie ich es früher und vor kurzem²⁾

1) An einer Reihe verschiedener Entwicklungsstadien des Gehörlabyrinths habe ich außer diesen Beobachtungen über die Ausbildung von granulären Achsen-cylinderstrukturen auch solche über *Richtung der Markreifung* gemacht, sie zeigen, daß der *Nervus vestibularis vom Ganglion aus*, also in *cellulifugaler Richtung markhaltig* sind; auch für *N. cochlearis* kann ich ein gleiches jetzt nachweisen. Ich füge hinzu, daß auch die *motorischen Rückenmarks- und Hirnnerven* ein gleiches Verhalten erkennen lassen.

2) Über den Bau der grauen und weißen Substanz. Arch. f. Anatomie 1902.

wieder bei *zentralen Nervenzellen* nachgewiesen habe. Daß auch hier wie im zentralen DEITERSschen Kern des N. vestibularis für das erwachsene Tier eine Vergrößerung der Endfläche und eine Vermehrung ihrer Granulationen gilt, zeigt Fig. 38 von der erwachsenen Katze. In Fig. 39 habe ich bei der erwachsenen Maus noch den unwiderleglichen *Zusammenhang der granulierten, intraepithelialen und die Haarzellen bedeckenden Nervenfasern mit den subepithelialen markhaltigen Nervenfasern* abgebildet. Als eine Besonderheit zeigt diese Abbildung einen mächtigeren intraepithelialen Nervenplexus, welcher unter dem *Grund der Haarzellen* verläuft. Die eine der Nervenfasern verliert erst in der Membrana basalis selber ihr Nervenmark, was mitunter sogar auch in den tieferen Schichten der Epithelzellen selber eintreten kann.

Meine Beobachtungen über das epitheliale Ende des Vestibularnerven stimmen also mit den früheren Angaben von NIEMACK (Maculae und Cristae acusticae mit EHRLICHs Methylenblaumethode, Anatom. Hefte 1893) und KAISER (Das Epithel der Cristae und Maculae acusticae, Art. für Ohrenheilkunde Bd. 32, 1891), sowie mit den älteren Angaben von RETZIUS (Das Gehörorgan der Wirbeltiere II, 1884) insofern überein, als diese Forscher eine *granulierte Beschaffenheit der intraepithelialen Nervenfasern* gefunden haben, welche teils das untere Ende der Haarzelle umfassen, teils zwischen ihnen mit Seitenzweigen in die Höhe steigen. Später wurde dann von RETZIUS (Die periphere Endigungsweise des Hörnerven, anatom. Gesellschaft 1892) und v. LENHOSSÉK (Die Nervendigungen in den Maculae und Cristae acusticae, Wiesbad. 1894) die *freie aufgesplitterte Endverzweigung jener intraepithelialen Nervenfasern* im Bereich der Haarzellen mittels der GOLGISchen Silbermethode demonstriert und als ein klares Beispiel von *Nervenkontakt* an Sinneszellen hingestellt. Gegen den reinen Kontakt hat sich dann KRAUSE (Die Endigung von dem Nervus acusticus im Gehörorgan, anatom. Gesellschaft 1896) ausgesprochen auf Grund von Untersuchungen an Lachs- und Forellenembryonen, bei denen starke Endkelche in der Crista, schwächere Faserkörbe im Bereich der Macula acustica ausgeprägt sind. Die von NIEMACK und KAISER betonte Granulierung wird von ihm für ein Kunstprodukt erklärt.

Daß die *nervöse plasmatische Granulierung* an der Oberfläche der Haarzellen *kein Kunstprodukt* ist, beweisen mir Beobachtungen,

welche ich an den *frischen Haarzellen der Maculae und Cristae acusticae des Meerschweins* angestellt habe. Sie lassen *dasselbe* erkennen, wie jene *fixierten Bilder* und zeigen mir zweitens ein *festeres und fußartiges Haften der einzelnen Körner oder Körnerhaufen an der Zellmembran der Haarzellen*. Mit jenen Bemerkungen KRAUSES gegen den lockeren Nervenkontakt stimme ich auf *Grund dieser Beobachtungen am frischen Präparat* überein; seine Kritik der Angaben von KAISER und NIEMACK ist dagegen unberechtigt. Von den KAISERSchen Abbildungen jener Endkelche unterscheiden sich meine durch feinere Verzweigung der gröberen Nervenfasern und eine netzartige Verbindung der letzten pericellulären Neurosomenhaufen, so daß ich mehr den Beschreibungen von RETZIUS Recht gebe, welcher die letzten Nervenfasernenden als „körnig-faserige Bildungen am Protoplasma des Haarzellenkörpers“ (l. c.) beschreibt. Das KAISERSche Bild eines Eierbeckers halte ich für unzutreffend, weil eine ganze Summe von einzelnen und verzweigten Fäserchen nach meinen Beobachtungen zu einer maschigen pericellulären Hülle zusammenkommt. Jene freien Endfasern an der Epitheloberfläche, wie sie NIEMACK schematisch darstellt, habe ich nicht gefunden; dagegen kommt auch auf meinen Präparaten stellenweise ein basales intraepitheliales Geflecht von Nervenfasern (Fig. 39 von der Maus) zur Beobachtung. In wie viele intraepitheliale Fäserchen ein Achsencylinder der Vestibularnerven zerfällt, kann ich bei meiner Neurosomenmethode nicht angeben; sie zeigt nur, daß vollständiger, wie bisher bekannt, eine *totale nervöse Einhüllung der betreffenden Haarzellen* vorhanden ist.

Was die *Stützeinrichtungen dieser Haarzellen* anbetrifft, so finde ich in den *SCHULZESchen Fadenzellen* eine den DEITERSschen Zellen und den Pfeilern des CORTISchen Organs analoge *Ausbildung* von *intracellulären Stützfasern*, die wie teilweise zu beobachten (Figg. 38 und 39) bis zur Basalmembran durchreichen und nach oben pinselartig an einem im Bereich der Haarzellen besonders ausgebildeten, verdickten *Schlußleistennetz* angeheftet sind, welches also eine *Lamina reticularis* für dieses vestibuläre Sinnesorgan bedeutet.

Das *Ende des Hörnerven im CORTISchen Organ* zeigen mir ebenfalls Präparate mit gelungener Neurosomenfärbung. Die von der Habenula perforata an marklosen Fäserchen des Nervus cochlearis sind anfangs von wechselnder, bald dichter, bald lockerer Granulierung, welche aber keineswegs ausschließlich an die geringen

und stellenweise vorhandenen Varikositäten der Nervenfasern gebunden ist, sondern auch an den glatten Strecken des inneren Spiralstranges, des Tunnelstranges, der radiären Tunnelnerven sowie der verschiedenen äußeren Spiralnervenzüge an und zwischen den DEITERSschen Zellreihen vorkommt. Reichlicher erscheint bereits die Granulierung dort, wo *innerhalb der sogen. Körnerschicht* und unter dem *Grund der inneren Haarzellen* ein *erster und diffuser Spiralplexus* gebildet wird, aus dem dann *granulierte Fäserchen* hervorgehen, welche den *unteren Abschnitt der inneren Haarzellen* erreichen. Nach meinen bisherigen noch nicht sehr umfangreichen Erfahrungen an der Schnecke von Meerschwein und Katze ist *ungefähr das untere Drittel* mit granulärem Neuritenprotoplasma *haufenweise* bedeckt. (Fig. 1 vom Meerschwein.) *Eine vollständige Einhüllung wie bei den Haarzellen der Macula und Crista acustica* habe ich bisher bei den inneren Haarzellen des CORTISchen Organs *nicht* nachweisen können. Für die Ansicht von KATZ, daß „die äußerst zarten Kernzellen samt ihren Fortsätzen mit dem nervösen Netzwerk zusammenhängen“, habe ich keine irgendwie sicheren Anhaltspunkte gewinnen können. Auch die von v. SPEE geäußerte Meinung, daß die „inneren Haarzellen mit dendritenähnlichen Fortsätzen“ in dieses präterminale Nervengespinnst „eintauchen“, kann ich nicht teilen, da mir jene Dendriten nur eine grobvakuolige Fixierungswirkung zu sein scheinen. Einzelne Nervenfasern biegen auch zwischen die Grenzzellen hinein ab; ob sie hier auch endigen, muß zweifelhaft bleiben.

Die *Nervenfasern, welche schließlich zu den äußeren Haarzellen* gelangen, gehen bei Katze, Maus und Meerschwein im allgemeinen als *rein radiäre Tunnelnerven* zunächst in die Reihen der DEITERSschen Zellen hinein, wie mir besondere Querschnitte zur Schneckenaxe gezeigt haben. Nur beim Hund finde ich eine *überwiegende Anordnung dieser Tunnelnerven zu stark spiralig abgebogenen* und oft in dieser Richtung noch *verzweigten Nervenfasernzügen*, welche dann in *langen Kurven* in die faserreichen und zahlreichen Spiralnervenzüge an der Innenseite der ersten DEITERSschen Zellreihe umbiegen. Beim Meerschweinchen zeigen die radiären Tunnelnerven öfters *obere oder untere Seitenzweige*, welche also vertikal abbiegen, und dann erst in radiärem Verlauf zu den DEITERSschen Zellreihen mit den ihnen ein- und angelagerten Spiralnervenzügen gelangen (Fig. 1 und 2 vom Meerschwein).

In Übereinstimmung mit RETZIUS finde ich 3 resp. 4 (beim Hund) *äußere Spiralnervenzüge*, welche auf axialen Längsschnitten „als Körnerreihen zwischen den DEITERSschen Zellen“ resp. an der Innenseite der ersten Reihe auffallen. Bei ihrem *Übergang in den äußeren Spiralnervenstrang* zeigen vielfach (beim Meerschwein) die *radialen Nerven zahlreiche Teilungen*, sodaß zahlreichere Spiralfasern aus einem Tunnelnerven hervorgehen, (Fig. 1 und 2), welche *teils im ersten Spiralnervenzug weiter laufen*, teils auch durch die *Lücken der einzelnen DEITERSschen Zellen der ersten Reihe hindurch zum zweiten resp. zum dritten äußeren Spiralstrang* übergehen. Drittens kommen auch *aufsteigende Kollateralen* (auf Fig. 1 vom unteren Radialnerven, auf Fig. 2 vom mittleren) vor, welche zur Gegend des *unteren Kopfes* der betreffenden *DEITERSschen Zelle* ziehen.

Die *letzten Enden dieser Hörnervenfasern* gehen nach meinen bisherigen Erfahrungen schließlich zu den *rein basalen Flächen der äußeren Haarzellen*; sie sind teils *Kollateralen der äußeren Spiralnerven*, teils *aufwärts umbiegende Endfasern derselben*. Wie Fig. 1, 2, 33 und 29 zeigen, ziehen sie hierbei durch jenen *Schlitz im Stützkelch in den unteren Raum* ein, welcher zwischen dem *rundlichen Boden der äußeren Haarzellen und dem zugespitzten und von ihr nicht eingenommenen Teil des Stützkelches* selber frei bleibt. Sie füllen mehr oder weniger vollständig mit ihrer Protoplasmamasse diesen Raum aus, den ich als *Nervenraum* bezeichnen will.

Meistens treten *zwei und mehr terminale Hörnervenfasern* durch den Schlitz in diesen *Nervenraum der DEITERSschen Zellen* ein; *seltener* ist ein solches Fäserchen auf meinen Präparaten zu sehen, was nach meinen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich nur auf einem *Abgeschnittensein oder Nichtgefärbtsein* der übrigen Fäserchen beruht, da in vielen derartigen Fällen (s. Fig. 29 und 33) noch kurze unvollständige Enden vorhanden sind. Die *terminalen Nervenfasern* selber erscheinen als *gleichmäßige, fein granuliert* Fäden resp. als etwas *variköse Zweige* mit ungleichmäßigerer Neurosomenverteilung (s. auch Fig. 37). Im Nervenraum bilden sie dann *kurze, stark verdickte und meistens dicht granuliert* *Seitenstücke und Endstücke* aus, welche mit einander teilweise durch feine Querfäden verbunden erscheinen und im allgemeinen so zu einander angeordnet sind, daß sie eine jenem trichterförmig aus-

gezogenen Nervenraum entsprechende Gesamtform einnehmen. In sehr charakteristischer Weise erscheinen deshalb z. B. auf Längsschnitten und mit etwas geringerer Vergrößerung gesehen die *unteren Enden der äußeren Haarzellen von einer ungefähr kegelförmigen, dicht granulierten und bei meiner Färbung intensiv dunkel gefärbten Masse* besetzt, welche in der angegebenen Weise aus einer Summe einzelner Fäserchen und ihrer Zweige entsteht und zusammengesetzt ist. Die erwähnten *Endstücke* sind nun, wie auf Längsschnitten zu sehen ist, als ungefähr *dreieckige oder halbmondförmige Gebilde unmittelbar und eng dem Boden der äußeren Haarzellen angefügt*; sie entsprechen in ihrer Form und Struktur vollständig dem, was ich bei zentralen Nervenzellen als *Achsen-cylinderendfüße* früher beschrieben habe.

Im *CORTischen Organ* würde also zum Unterschied nur eine *spärliche Ausbildung von Achsencylinderendfüßen an den Haarzellen* vorhanden sein. Um so klarer erscheint hier die morphologische Endbeziehung von Neuriten zu anderen Zellen als eine gewisse Summe neurosomenreicher Endfüße. Von der *Fläche* her gesehen zeigen sie einen dem Haarzellenboden angefügten Belag von ziemlich *eckigen oder sternförmigen größeren und kleineren Protoplasma-klumpen* (Fig. 28), welche durch *feine Fäden teilweise untereinander* verbunden sind und bei stärkerer Differenzierung jenes von den zentralen Nervenzellen her bekannte Bild von *Neurosomenhaufen* geben (Fig. 27).

Meiner Beschreibung des granulären nervösen Belages zentraler Nervenzellen und seiner Auffassung als einer vereinigten Endfläche zahlreicher Neuritenverzweigungen hat BETHE seinerzeit den wiederholten Vorwurf gemacht, daß es sich meinerseits lediglich um die Verkennung „zerfallener GOLZmetze“ handele, welche durch mangelhaften Zutritt des Fixierungsmittels entstanden sei. Daß dies eine unrichtige Deutung BETHES ist, habe ich kürzlich (Arch. f. Anatomie 1902) nachgewiesen; nochmals an dieser Stelle hierauf zurückzukommen, geben mir meine folgenden *Beobachtungen an frisch untersuchten Haarzellen* des Gehörorgans vom Meerschwein Gelegenheit.

Ich kann hierbei an die wichtigen Beobachtungen von RETZIUS anknüpfen. RETZIUS hat zuerst an den Haarzellen des Kaninchens und der Katze Beobachtungen gemacht, mit welchen meine Angaben über jene Neurosomenhaufen an ihrer Zellbasis eine gewisse

Ähnlichkeit haben. Bei der Wichtigkeit der Frage nach dem epithelialen Ende der Hörnerven zitiere ich ausführlicher seine betreffende Beschreibung (das Gehörorgan der Wirbeltiere II) S. 228 vom Kaninchen: „unter dieser Ansammlung (gemeint ist der von RETZIUS gefundene Basalkörper der Haarzellen) treten ein größerer oder zuweilen mehrere kleinere, gelblich glänzende, stark lichtbrechende, scharf begrenzte, etwas zugespitzte Körper von dem Zellrande, oft etwas nach der Seite hin, hervor; wenn die Zellen vom unteren Ende betrachtet werden, sieht man ebenfalls die Anordnung und Gestalt dieser eigentümlichen Körper; welche Bedeutung nun diese Gebilde haben, kann ich nicht sagen; möglicherweise sind sie nur als eine Art „Pigment“ aufzufassen; sie ähneln andererseits nicht wenig gewissen Endscheiben oder Endkörperchen peripherer Nerven; merkwürdig ist in dieser Beziehung jedenfalls, daß sie gerade mit den hier vorbeistreichenden spiralen Fäserchen zusammentreffen und, wie es scheint, mit ihnen zusammenzuhängen scheinen“, und S. 323 über die äußeren Spiralfasern bei der Katze: „Wie verhalten sie sich nun zu den äußeren Haarzellen? Sie biegen sich nicht zu diesen empor, aber die obersten Fasern jedes Zuges kommen mit den unteren Enden der Haarzellenreihen in Berührung; wie schon oben erwähnt wurde, findet man an diesen Zellenenden glänzende Körper, welche an den Nervenfasern haften; ob sie aber eine wirkliche Vermittlerrolle dabei spielen, kann ich nicht sagen, sondern ich will nur auf ihr Vorkommen aufmerksam machen. Nie sah ich diese Nervenfasern sich nach oben biegen und in einer oder der anderen Weise an oder in den Haarzellen endigen. Wie weit jede Faser läuft und in welcher Weise sie endigt, blieb mir deshalb bei der Katze, wie beim Kaninchen, verborgen. Diese wichtige Lücke unserer Kenntnisse zu füllen, bleibt also kommenden Forschungen vorbehalten.“

Als ich meine ersten Nervenfärbungen im CORTISCHEN Organ erhielt und die oben beschriebenen eckigen granulär gebauten Endfüße als Anschwellungen der letzten und feinsten Hörnervenfäserchen erhielt, die zugleich, wie Fig. 33 zeigt, die von RETZIUS vermißten *Bindeglieder zwischen den Spiralnerven und jenen glänzenden Gebilden* erkennen ließen, konnte ich bereits seine Körperchen mit meinen Neurosomenhaufen identifizieren und in den RETZIUSSCHEN Beobachtungen einen Beweis dafür erblicken, daß *solche granuläre*

Endfüße keine gröberen oder feineren Kunstprodukte wären. Späterhin habe ich dann mehrfach Untersuchungen an lebensfrischen Haarzellen der Meerschweinchenschnecke angestellt, die unmittelbar nach dem Tode, und zwar ungefähr in einer Zeit von 10 bis 30 Minuten, in Glaskörperflüssigkeit nach dem Vorgang von RETZIUS zur Beobachtung kamen. Figg. 26, 30 u. 32—36 geben einen Teil solcher Beobachtungen wieder.

Fig. 26 habe ich mit dem Zeichenapparat nach einem *isolierten Stück des frischen CORTISchen Organs aus der Reihe der äußeren Haarzellen mit ihren DEITERSschen Zellen entworfen*. Es stammt aus der ersten Schneckenwindung und war $\frac{1}{2}$ st. p. mortem zur Untersuchung gekommen. *Es läßt alle Details der Fig. 33, die nach einem fixierten und gefärbten Schnitt aus der gleichen Gegend stammt, erkennen; es zeigt außerdem noch die DEITERSschen Verbindungsstiele, sowie die Phalangenfasern von NUEL und RETZIUS, welche nur auf der Fig. 33 wegen der besonderen Differenzierungsmethode entfärbt worden sind.* Vor allem auch war das *Umbiegen der obersten Spiralnerven zu dem basalen akustischen Hügel der Haarzellen* klar zu beobachten.

Fig. 30 zeigt dann noch an isolierten Haarzellen aus der dritten Windung eines *zweiten, ungefähr 1 Jahr alten Meerschweins*, die verschieden großen, glänzenden RETZIUSSchen Körperchen in Verbindung mit feinsten und verzweigten Nervenfäserchen, die, wie Fig. 35 an einer halb von der Basis her gesehenen Haarzelle angibt, noch untereinander in einer *netzigen Verbindung* stehen (s. hierzu das Fixierungsbild Fig. 27). Aus meinen Beobachtungen an einem dritten, auch ungefähr 1 Jahr alten Meerschwein, bilde ich noch das untere Ende einer äußeren Haarzelle aus der dritten Windung ab, die mir am deutlichsten bisher den akustischen Nerven hügel des unteren Zellpoles und seine teils kollaterale Verbindung mit einer Spiralnervenfaser, sowie mit einem zweiten, feineren Fäserchen gezeigt hat. Vor allem gibt die *untere Windung außerordentlich klare frische Bilder von den Endfüßen des Hörnerven*, daß sogar, wie die linke Haarzellengruppe der Fig. 26 wiedergibt, der *Zusammenhang zweier Haarzellen mit einem sich teilenden Nervenfaden* direkt sichtbar sein kann.

Außer jenem intensiven Glanz lassen diese Endfüße an der Haarzellenbasis noch eine *schwache Körnelung* angedeutet erkennen, die *weiterhin* zusammen mit gewissen *Veränderungen* des Haar-

zellenprotoplasmas selber deutlicher wird und, wie Fig. 35 an ungefähr $\frac{3}{4}$ st. p. mortem gezeichneten Haarzellen angibt, zu einem *matteren Aussehen* und einer *Aufquellung und Vergrößerung der Körperchen* führt. Daß also, wie behauptet worden, die Neurosomen alle nichts weiter als Kunstprodukte sind, dagegen spricht jenes von Anfang an vorhandene leicht gekörnte Aussehen der akustischen Endfüße. Immerhin kann ein Teil derselben sehr wohl Fällungsgranula im Sinne von A. FISCHER sein, da ja relativ bald der Glanz jener Gebilde zurückgeht und einer *deutlicheren, körnig aussehenden* Struktur Platz macht, sofern man nicht letzteres allein auf Veränderung der ursprünglichen Lichtbrechung zurückführen will. Es fragt sich weiter, ob die *Hörnervenendfüße den Haarzellen nur locker* anliegen, wie die Neuronlehre behauptet hat, oder *irgend eine festere Anfügung* ausgeprägt ist. Nach meiner Meinung lassen bereits jene Untersuchungen von RETZIUS ein *festes Haften seiner glänzenden Körper* erkennen und lassen also die Vorstellung einer losen Anlagerung nicht mehr zu. Ebenso zeigen meine neuen Beobachtungen, daß die Frage nach der Verbindung des Hörnervenendprotoplasmas mit der Haarzelle durch die Annahme eines irgendwie nur lockeren Kontaktes im Sinne der Neuronlehre nicht erledigt sein kann. Denn wenn die ganzen und vielen Maltraitierungen, welche die Haarzellen von der Herausnahme aus ihrem knöchernen Gehäuse an erleiden, *nicht zu einer Abstreifung des akustischen Endhügels oder Faserkorbes* führen, so muß man doch wohl mit Recht fragen, was für ein Modus von lockerem Kontakt oder einer freien, rein äußerlichen Anlagerung sonst noch übrig bleiben soll. Das Verschieben des Deckglases, sogar sein vollständiges Abheben und eine dadurch verursachte stärkere Zerrung sind nicht imstande, jene Endfüße von der Haarzelle zu lösen. Ebensowenig vermögen ein auf das Deckglas ausgeübter Druck oder Isolierungsversuche mit Nadeln jene letzten Endfüße vollständig von den Haarzellen abzubringen. Im gleichen Sinne sprechen dann auch Beobachtungen, die ungefähr 1 Stunde post mortem leicht und in großer Zahl an stark veränderten, kugelförmig aufgetriebenen Haarzellen gemacht werden können. Fig. 32 zeigt, daß selbst eine solche hochgradig veränderte Zellform nicht ihre basalen Endfüße hat abstreifen können. Wenn nur ein lose aufliegender Faserkorb vorhanden wäre, müßte doch sicherlich die sich aufblähende Zelle mit Leichtigkeit aus ihrem unteren Kelch von

Nervenfasern entschlüpfen. So bleibt also nach meiner Ansicht nur die Annahme einer irgendwie *festeren Anfügung durch Endfüße* übrig, die vom Standpunkt der Hisschen Neuroblastenlehre aus durch eine terminale und partielle *Verwachsung der ursprünglich freien Hörnervenfäserchen mit dem basalen Abschnitt der Haarzellen* entstanden gedacht werden kann. Wie diese Verbindung genauer beschaffen ist, vermag ich vorläufig nicht näher anzugeben. Nur soviel kann ich sagen, daß meine Beobachtungen an frischen wie fixierten und gefärbten Haarzellen mir bisher gezeigt haben daß die sonst überall glatte und starke Zellmembran an der Stelle jener Achsencylinderendfüße eine *unruhige, etwas unscharfe*, aber der Hauptsache nach schwer zu definierende *Zeichnung* gibt, die aber andererseits nicht so scharf ist, daß man von einem Fehlen der Zellmembran an dieser Stelle sprechen dürfte.

Von ICHITA KISHI (Über den peripheren Verlauf und die Endigung des Nervus cochleae. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 59. 1901) ist kürzlich angegeben worden, daß „die Endfasern des N. cochlearis, welche an die Haarzellen treten, in je ein bisher noch von niemand beschriebenes, an dem unteren Ende der Haarzelle befindliches Gebilde von kelchförmiger Gestalt übergehen“, welches „als Teil der Haarzellen“ aufgefaßt werden soll und manchmal deutlich durch „ein kurzes Fädchen mit dem äußeren Spiralnervenzug verbunden“ ist. Auch bei den Riechzellen kommt nach KISHI ein solcher basaler Kelch vor, woraus er schließt, daß die Haarzellen im Sinne von AYERS als Ursprungszellen des Hörnerven gelten müßten. Zu diesen Ausführungen von KISHI habe ich zu bemerken, daß *erstens* dieses sein „kelchförmiges Gebilde“ *kein unterer Teil der eigenen Haarzellenmasse* sein kann, da es durch die *Membran der Haarzelle abgegrenzt* ist, daß *zweitens* dieses Gebilde insofern nicht ganz neu und unbekannt ist, als RETZIUS bereits jene letzten Anhaftungsstellen der Hörnervenfäsern als isolierte glänzende Körner und Kegel gesehen hat und außerdem RETZIUS und R. Y CAJAL schon eine ziemlich vollständige Silberfärbung der *pinselartigen Aufzweigung jener Nerven am unteren Haarzellenende* gefunden und abgebildet haben, und daß *drittens* nicht „ein kurzes Fädchen“, sondern oft *zwei und mehrere Nervenfascherchen* zu diesem *basalen Nervenendapparat der Haarzelle* zusammenkommen, wie meine obigen Angaben zeigen.

Ich halte also dafür, daß das von KISHI gefundene kelch-

förmige Gebilde, welches auf seinen Zeichnungen wie eine un-gegliederte, kompakte und einfach nach unten zugespitzte Masse der Haarzelle ansitzt, aus einer unvollständigen Beobachtung an nicht hinreichend klaren Präparaten entstanden ist. Nur darin stimme ich seinen Angaben bei, daß jene basale Masse zu einem Teil körnig gebaut ist. Aber auch seine letztere Angabe ist nicht neu, wenn man die Angaben von KATZ berücksichtigt, der bisher über die Endigungsweise des Hörnerven die zuverlässigsten Angaben gemacht hat.

Die Beobachtungen von KATZ (Verhandlungen der otolog. Sektion auf der 68. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte 1896) besagen beim Kaninchen, daß die *radiären Nervenfasern durch den offenen Raum des zangenbecherförmigen Gebildes eintreten und ein kelchähnliches Ende zeigen*, und daß weiter auf Zupfpräparaten (Formalinfixierung der Schnecke von der Maus) jenes Ende als eine *grobgranulierte Masse an dem unteren Haarzellenende* liegt und somit (Deutsche otol. Gesellschaft 1897) den *Raum zwischen der Basis der CORTISchen Haarzelle und dem zangenbecherförmigen Gebilde ausfüllt*. Meine obigen Beobachtungen können also diese Angaben von KATZ durchaus bestätigen. Über das Ende des Hörnerven bei der Katze liegt endlich noch eine kurze Mitteilung von GEBERG (Über die Endigung des Hörnerven in der Schnecke der Säugetiere. Anat. Anzeiger 1893. S. 21) vor, welcher mit der vitalen Methylenblaumethode auf dem Blutgefäßwege einige Nerven im CORTISchen Organ gefärbt erhalten hat. Wie RETZIUS läßt er sie frei mit kleiner knopfförmiger Anschwellung enden, welche bei den inneren Haarzellen zwischen ihnen, bei den äußeren am verjüngten unteren Zellende locker anliegen soll. Die Angabe vom freien Ende *zwischen jenen inneren Sinneszellen* wird wohl auf unvollständiger Färbung beruhen. Sonst aber scheint mir seine kurze Angabe über jene Enden an den äußeren Haarzellen, soweit sich aus der beigefügten Zeichnung entnehmen läßt, dem zu entsprechen, was ich oben über die Hörnervenendfüße angegeben habe; nur daß sie nicht frei anliegen, wie GEBERG im Anschluß an RETZIUS gemeint hat.

4. Struktur der Haarzellen.

Beim Meerschweinchen habe ich ausgiebig und an zahlreichen Schnecken verschieden alter Tiere die Haarzellen im frischen Zu-

stande beobachtet. Ich gehe deshalb bei Beschreibung ihrer Struktur von diesen hier sichtbaren inneren Formen aus.

Die *äußeren oder inneren Haarzellen der basalen Windung* sehen in Humor aqueus untersucht wie *glashelle Schläuche* aus, die bei den *inneren Zellen dicker, gedrungener* und mehr *kugelrund am unteren Ende* sind wie bei den *äußeren Reihen*, welche *schmäler und schlanker* und mehr eine *ovale Abrundung* ihres unteren Zellendes zeigen. *Eigene Fortsätze habe ich nie gesehen*; zumal bei den inneren Zellen war immer eine deutliche und nirgends unterbrochene Zellmembran in den gelungenen Präparaten von kleineren Stücken des ganzen Organs vorhanden, weshalb ich alle jene Angaben über Dendriten solcher Zellen für unrichtig halte, ganz abgesehen von jenen Gründen, die, wie oben gezeigt, aus der besonderen Fixierungswirkung bei diesen etwas dünnwandigeren Zellen abgeleitet werden müssen. Die *äußeren Haarzellen* sind *besonders starkwandig*; ihre Membran erscheint resistent, sodaß sie bei Faltungen des Präparates nicht weiche sondern harte und scharfe Knickungen erfährt. Daß sie in einiger Zeit nach dem Tode durch innere Quellungsvorgänge im Protoplasma stark ausgedehnt werden kann, habe ich bereits oben bei Schilderung der ihr angehefteten Endfüße angegeben.

Das *Protoplasma* erscheint *unmittelbar nach dem Tode wasserklar* mit im allgemeinen nur *wenigen*, der Zellwand näher liegenden, kleinen *Körnchen*, die, was auch RETZIUS früher gesehen, Molekularbewegungen zeigen. Nur das *basale Zellende* ist, wie RETZIUS gefunden und ich bestätigen kann, *konstant durch eine dichtere, kugelförmige Gruppe von Granulis* ausgezeichnet. Am *oberen Zellende* finde ich mitunter eine *Gruppe hellglänzender kleiner Tröpfchen* von unbekannter Substanz. Der *Kern* ist im *Anfang vollkommen klar und ohne jede Strukturierung*; er ist von einer deutlichen, etwas glänzenden und nicht sehr dicken Kernmembran eingefaßt, die also nur einen *flüssigen Inhalt* umschließen würde. Die *Haarzellen der zweiten Windung* gleichen in ihrem sichtbaren Bau völlig denjenigen der ersten, wenn ich von ihrer allgemeinen Länge und derjenigen ihrer Haare absehe, worauf ich noch näher eingehen werde.

Dagegen habe ich bei den *Haarzellen der dritten und vierten Windungen* zwei *konstante Sonderbildungen* gefunden; *erstens* eine ziemlich große *Vakuole*, die teils im Innern, teils einer Wand an-

liegen kann, welche auch RETZIUS gesehen und als HENSENSCHEN Körper bezeichnet hat, weil er aus ihr die Fixierungsbildung des HENSENSCHEN Spiralkörpers herleiten zu müssen geglaubt, was aber nicht richtig ist, da schon HENSEN selber (Arch. f. Ohrenheilkunde 1873 S. 30) von dessen „Kapsel“ ein unter ihm gelegenes „kernartiges Gebilde“ unterschieden hat; und *zweitens* eine *Fasereinlage*, die aus deutlich *glänzenden Einzelfasern* besteht, welche bald feiner, bald gröber sind, oft rein *parallel* liegen, und *mitunter auch spiralig gebogen* sind und *unter einander anastomosieren* können. Sie *reichen bis an den Kern*; nie habe ich sie bis an das untere Zellende selbst verfolgen können, soviel ich auch untersucht habe. Jene Vakuole liegt manchmal in ihrer Mitte, manchmal zwischen ihnen und einer Zellwand. (Fig. 36, Tafel IV). Nicht aus jener Vakuole, welche homogen oder feinkörnig gerinnt, sondern aus der bei der *Fixierung oder schon einige Zeit nach dem Tode von selbst erfolgenden Umformung und Zusammenpressung jener Fasereinlage* (Fig. 32) leite ich die Bildung des HENSENSCHEN Spiralkörpers ab, an dem ich nicht wie HENSEN eine Kapsel mit einem umspinnenden Faden finden kann, sondern der nach meinen Beobachtungen allein aus zum großen Teil parallelen oder etwas spiralig gedrehten und teilweise mit einander verbundenen Einzelfasern zusammengesetzt ist. Für einen Nervenendapparat, wie HENSEN gemeint, kann ich ihn nicht halten.

Auf meinen fixierten und gefärbten Schnitten erscheint die Fasereinlage oft dunkelschwarz gefärbt; sie zeigt keine Besonderheiten, die man nicht auch am frischen Präparat, nur blasser, sehen kann. Da sie keine konstante Bildung aller Haarzellen ist, habe ich eine solche Abbildung nicht beigegeben; ihr frisches Aussehen zeigt die angegebene Figur.

Sehr bald, schon 20 Minuten nach dem Tode, beginnen nun die *ersten Veränderungen des Protoplasmas*. Die *winzigen und wenigen Körnchen* werden *zahlreicher*, sodaß bald, wie Fig. 34 zeigt, die *ganze Haarzelle* außer dem noch homogenen Kern *feinkörnig* aussieht. Diesem Zustand entsprechen auch meine Fixierungsbilder, welche also jedenfalls, insofern eine ganz frische Haarzelle weniger dicht gekörnt erscheint, eine künstliche Entmischungs- oder Gerinnungsstruktur erhalten haben.

Weitere Veränderungen führen zu *Quellungen der Körner und Bildungen von Ringgranulis*, zu welcher Zeit dann auch *Trübungen*

und Ausfällungen des Kernes eintreten. Mit den Kernstrukturen wird es dementsprechend auch nicht viel besser bestellt sein wie mit dem granulären Bau des Haarzellenprotoplasmas. Meine Beobachtungen an frischen Haarzellen haben also damit kein wesentlich neues Resultat im Vergleich mit den Angaben von RETZIUS. Dagegen ist mir an dem *Haarbesatz* etwas aufgefallen, was zum Teil bisher wenig beobachtet worden ist, was mir aber für die Frage nach den mitschwingenden Teilen im CORTISCHEN Organ im Sinne der HELMHOLTZSCHEN Theorie von großer Wichtigkeit zu sein scheint.

Erstens erscheinen auf meinen gefärbten Präparaten die *Haare nicht gleichmäßig dick oder dünn*, wie bisher immer gezeichnet worden ist, sondern nach *Art eines Pfeiles* mit einer *besonderen und sehr feinen Spitze der oberen cutikularen Platte der Haarzellen eingefügt* (Fig. 15, Tafel III). Die feinste Spitze selber entfärbt sich leichter, sodaß dann die Haare scheinbar schon vor dem Zellrand aufzuhören scheinen; ihr übriger, sich verbreiternder Teil dagegen bleibt lange intensiv dunkel gefärbt, während der äußere Abschnitt des ganzen Haares wiederum schneller die Farbe verliert. Ich will ersteren als *Spitze*, letzteren Teil als *Schaft der Haare* bezeichnen. Diese Art der Einfügung der Haare läßt also dieselbe *außerordentlich geeignet* erscheinen, auf *zugeführte Schwingungen durch leichtes Nachzittern zu antworten*, wie es einem leicht mit seiner Spitze eingedrungenen Pfeil eigen zu sein pflegt. Eine *zweite Eigenschaft des Haarbesatzes dieser Zellen hängt mit ihrer Lage* zusammen und ist in einer in den *verschiedenen Windungen höchst ungleichen Länge der Haare* enthalten, was bereits von RETZIUS zum großen Teil gefunden worden ist. So gibt er (l. c. S. 292) vom Kaninchen z. B. an, daß „die inneren Haare konstant ein und ein halbes Mal so lang wie die Haare der äußeren Haarzellen seien“; wichtig sind auch seine Messungen, die an den Haarzellenhaaren von Kaninchen, Katze und Mensch ausgeführt zeigen, daß die inneren und äußeren *Haare beim Kaninchen* sowie die inneren beim *Menschen von der Basis bis zur 2. Windung zunehmen*, um dann bis zur Spitze gleiche Länge zu behalten, während die *äußeren Haare der menschlichen Schnecke der dritten Windung zu noch eine beträchtliche Verlängerung* erhalten, die schließlich fast die *doppelte Länge zu derjenigen in der 1. Windung* beträgt.

Nach meinen Beobachtungen ist die Sache noch komplizierter. Es sind auch die *Haare der äußeren Haarzellen unter sich sehr ungleich*. Beim Meerschwein finde ich folgende Verhältnisse: Zu *Anfang der basalen Windung* sind im Sinne von RETZIUS die *inneren Haare* im allgemeinen *beträchtlich länger wie die äußeren*; unter den *äußeren* sind aber wiederum die *Haare der ersten Reihe kürzer*, wie diejenigen der *zweiten*, und diese wiederum *kürzer*, wie diejenigen der *dritten Reihe*. Diese *Zunahme der Haarlänge bei den äußeren Haarzellen von der ersten bis zur dritten Reihe* gilt für *alle Windungen*, und zwar so, daß die *Haarlänge der einzelnen Reihen mit der Windungshöhe des CORTISchen Organs wächst*, während der *Unterschied der Haarlängen in den drei äußeren Zellreihen untereinander im allgemeinen relativ gleich bleibt*. Auch bei den *inneren Haarzellen nimmt der Schneckenspitze zu die Länge ihrer Haare zu*, aber nicht in dem Maße wie bei der *zweiten und dritten äußeren Reihe*. Infolge dessen wird in der *Mitte der zweiten Windung* bereits die *Länge der inneren Haare* von derjenigen der *Haare der dritten äußeren Reihe* erreicht. Die *Haare der zweiten äußeren Reihe* werden dagegen erst in der *Spitzenwindung* so lang wie die *inneren*, während diejenigen der *ersten äußeren Haarzellenreihe* konstant in der *ganzen Länge des CORTISchen Organs die kürzesten bleiben* (Fig. 1—4 und außerdem Fig. 40 a). Bei *Katze* zeigt Fig. 40 b die *relativen Längenverhältnisse der einzelnen Haare in den verschiedenen Windungen*; zum Unterschied vom Meerschwein werden aber auch die *Haare der zweiten äußeren Reihe* nicht so lang wie diejenigen der *inneren Haarzellen*; sonst gilt aber für die *drei äußeren Haarreihen* das gleiche Verhalten unter einander. Im wesentlichen finden sich dieselben Sachen auch beim *Hund*. Eine *Besonderheit* gilt nur für die *Maus*; sie besteht darin, daß *erstens die äußeren Haare sehr wenig ungleich lang* sind, daß *zweitens erst in dem Ende der Spitzenwindung eine beträchtlichere Zunahme der Länge der äußeren Haare eintritt*, und daß *drittens erst hier am Ende des CORTISchen Organs von den Haaren der dritten Reihe die Länge der inneren Haare erreicht* wird. Außerdem sind bei ihr die *inneren Haare* viel substanzdichter gebaut, sodaß sie viel länger bei Differenzierungen gefärbt bleiben und sogar noch bei vollständiger Entfärbung der drei *äußeren Haarreihen* einen tief dunkel gebliebenen Schafteil zeigen. Im übrigen gilt für die allgemeine Art der Stellung der Haare

auf der Deckplatte ihrer Zellen die seit v. KÖLLIKER bekannte Tatsache, daß die *inneren Haare mehr quer oder in einem leicht nach außen konvexen Bogen* stehen, während die *einzelnen Haare der drei äußeren Reihen in starker Hufeisenform* arrangiert sind.

Eine besondere Fortsetzung der Haare in das Zellinnere unterhalb jener von ihren Spitzen durchlöcherten Deckplatte habe ich bisher nicht gesehen; ebensowenig habe ich in den oberen Windungen der Meerschweinchenschnecke einen deutlichen Zusammenhang etwa mit den einzelnen Endteilen jener Fasereinlage nachweisen können. Als intracelluläre Leitung für die Erregungen der Haare zu dem unteren Nervenpol und speziell zu jenen angehefteten Endfüßen muß also bis auf weiteres jene allgemeine flüssige Protoplasmamenge angesehen werden, welche den Leib der Haarzellen anfüllt.

Allgemeine Bemerkungen über die Einrichtungen des Cortischen Organs.

Die folgenden Auseinandersetzungen sollen allein dazu dienen, die morphologische Zergliederung, die ich in den obigen Beschreibungen am Cortischen Organ ausgeführt habe, wieder zusammenzuschließen und in eine allgemeine Vorstellung zu fassen, die sich im Lauf der Einzelbetrachtungen seiner Zellarten unwillkürlich aufgedrängt hat. Solche Anschauungsweise wird natürlicherweise in Folge jener auffallenden Stützeinrichtungen und jener engen Innervationswege, wie sie im Cortischen Organ ausgeprägt sind, eines physiologischen Inhaltes nicht entbehren können. Zwar bin ich mir wohl bewußt, wie mißlich es ist, aus äußeren oder auch inneren Formen eine funktionelle Wertigkeit abzuleiten. Da aber ein großer Teil von den bisher über die Bedeutung einzelner Teile des Gehörorgans geäußerten Meinungen auch von solcher Herkunft ist und außerdem auf einer weniger umfangreichen histologischen Analyse ruht, so mag im folgenden wiederum ein Versuch geboten erscheinen, die klanganalytische Eigenschaft der Gehörschnecke mit auf jene oben charakterisierten Stützapparate und ihre Beziehungen zu den Haarzellen zurückzuführen, mit denen die letzten Endfüße des Hörnerven verbunden erscheinen. Daß ich hierbei in den Hauptzügen nicht von der HELMHOLTZschen Theorie von mitschwingenden Einrichtungen der Gehörstrecke abweiche, und im besonderen mich auf die HENSENSchen Beobachtungen über abgestimmte Hörhaare und seiner gleichen Auf-

fassung von den Saiten der Grundmembran und der von O. BAER allgemeiner geäußerten Anschauungen über die Bedeutung der einzelnen Zellelemente stütze, wird im folgenden klar werden, wenn auch die Art und Weise meiner Begründung im einzelnen eine besondere erscheinen mag.

Geht man von den Versuchen HENSENS aus, welche an den *Hörhaaren* der Dekapoden eine gewisse *Erscheinung der Resonanz* gezeigt haben, sowie von der *allgemeinen Bauart*, welche bei der ganzen Reihe der Wirbeltiere als *konstante Sinneszellen dieses Organs die Haarzellen* erkennen lassen, so erscheint die von BAER gefolgerte Fassung, daß die *Haare der Haarzellen in erster und letzter Linie die „für die Mitschwingungen abgestimmten Organe“ der Gehörstrecke* sind, zunächst richtig. Dafür, daß die Haare am leichtesten von allen Teilen des CORTISchen Organs auf zugeführte *Bewegungen reagieren müssen*, spricht in erster Linie die *Art ihrer außerordentlich fein zugespitzten Einfügung* in die Deckplatte der Haarzelle. Daß sie „abgestimmt“ sein können, beweisen jene *Längenunterschiede der Haare in den verschiedenen Windungen des CORTISchen Organs*, an die wohl nach unserer heutigen Anschauungsweise sicherlich eine bestimmte *Lokalisation für die Aufnahme verschieden hoher oder tiefer Töne* gebunden ist. Die *Längenzunahme der Haare mit der Windungshöhe* kann also gut mit der bekannten Begründung in Übereinstimmung gebracht werden, wonach die Fähigkeit, tiefe Töne wahrzunehmen, an die Spitzenabschnitte einer Schnecke gebunden ist. Ebenso kann für die Erklärung des klanganalytischen Umfanges der Gehörorgane der höheren Wirbeltiere die Zahl der Haare und ihrer verschiedenen Längen durchaus zu Grunde gelegt werden, zumal wenn man noch die Längenunterschiede der äußeren Haare berücksichtigt, wie sie meine Beobachtungen anzeigen.

Da ferner auch bei den *Haarzellen der receptorische Teil der nervösen Gehörleitung* beginnt, welcher, wie jene obigen Angaben zeigen, in den Hörnervenendfüßen des dem Haarbesatz entgegengesetzten Zellpoles enthalten ist, so erscheint auch in dieser Begründung die Reihe der Haarzellen als wichtigstes Element, an dem die Schallwellen angreifen müssen. Nur fragt sich, wie ihre *Zuleitung* zu den Haaren erfolgt, und vor allem, ob sie allein durch die *Saiten der Grundmembran aufgenommen und somit schon erst einer circumskripten Gruppe von Haarzellen durch*

die entsprechenden Anteile ihres Trag- und Stützapparates zugeführt werden, oder ob andererseits die einzelnen Bewegungen in der Endolymphe auch *an und für sich die zu ihnen abgestimmten Gruppen von Haaren gesondert erregen können*. Da wahrscheinlich von der Fenestra vestibuli her die Schallwellen eintreten und die Scala vestibuli durchheilen, und da ferner anzunehmen ist, daß sie durch das Helicotrema als einem wegen seiner Enge zu großen Widerstande abgehalten werden, hier in die Scala tympanica weiterzugehen, so werden also jene Bewegungen den *Ductus cochlearis* durchqueren müssen, um in die Scala tympani zu gelangen, und also hierbei jene *Haare in Mitschwingung* versetzen können. Daß die Membrana tectoria eine solche direkte Erregung der Sinneshaare, auf denen sie nach der heutigen und wohl richtigen Anschauungsweise wie ein weiches Kissen ruht, verhindern würde, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls erscheint sie geeignet, ein allzu langes Nachzittern jener Haare selbst zu verhindern.

Als eine *weitere* und hervorragend zum *Mitschwingen geeignete Einrichtung* des Gehörorgans muß die *Membrana basilaris* gelten, da sie nach HENSEN aus zahlreichen radiär geordneten und gespannten Saiten besteht. Und da sie außerdem in der verschiedenen Windungshöhe der Schnecken aus sehr ungleich langen Saiten zusammengesetzt ist, deren Länge allmählig von unten nach oben um mehr als das 12fache zunimmt, so wird ihr sicher die Eigenschaft zukommen müssen, eine große Summe verschiedener Eigentöne zu haben. Die bei einem bestimmten Ton schließlich mit-schwingende geringe Zahl von Saiten von gleichem Eigentone würde also auch *den ihrer Breite entsprechend aufgespannten Abschnitt* (Figg. 19, 22) *des Trag- und Stützbogens der Haarzellen von unten her erregen müssen*. Seine bogenartige Zusammensetzung aus gespannten Fasern, seine besonderen Fassungen für die beiden Enden der Haarzellen lassen ihn in hohem Grade hierzu geeignet erscheinen.

Hierbei muß jedoch die wichtige Frage entschieden werden, ob solche *in den Stützfasersystemen aufsteigenden Erschütterungen* die ganzen Haarzellen, oder etwa die im unteren Kopf der DEITERSchen Zellen gelegenen Nervenmassen oder wiederum nur die *Haare als die letzten und empfindlichsten freien Teile dieser Sinneszellen in Oscillationen* versetzen würden.

Eine Beweglichkeit der ganzen Haarzellen scheint mir nach

dem, was ich oben über die allgemeine Zusammenfügung und Verkittung eines in sich gespannten Trag- und Stützapparates angegeben, ausgeschlossen. Vielmehr ist der Eindruck, den ich von diesem ganzen komplizierten Befestigungsapparat der Haarzellen bekommen habe, der, *irgend welche Eigenschwingungen* oder gar *Zerrungen der Haarzellen* infolge einer gewissen Beweglichkeit ihrer ganzen Masse in jener Tragvorrichtung auszuschließen, damit nur reine Oscillationen ihrer Haare als letzte Wirkung jener Wellenbewegung der Grundmembransaiten zur Geltung gelangen. Auch hier würde schließlich ein längeres und störendes Nachschwingen der Haare durch die auf ihnen liegende Masse der Membrana tectoria beseitigt werden.

Die letzte *Umleitung* der von den Schwingungen der Grundmembran her stammenden und zu *Schwingungen der Sinneshaare* transformierten Bewegungen zum *Hörnerven* hin würde also *im Protoplasma der Haarzellen selber* vor sich gehen. Eine direkte Erregung der Hörnervenendfüße, im Nervenraum der DEITERSchen Zelle vom Stützkelch her oder etwa durch die dem Einfassungsring eng anliegende Fläche der unteren Haarzellenmembran erscheint mir aus dem Grunde unwahrscheinlich, der zur *Ausbildung von Haarzellen im Gehörorgan* führt.

Vergleicht man die beiden Wege, die für die Übertragung der Wellenbewegungen in der Schneckengangendolymphe konstruierbar sind und abgeleitet wurden aus der *auffallenden Längendifferenz der Haare* und *andererseits der Saiten der Grundmembran*, so braucht solche Vergleichung keineswegs zu dem Resultat zu führen, daß nur eins von beiden das richtige ist. Eine *direkte Erregung der Haare* wird jedenfalls *nicht allein* vorkommen; denn welchen *Zweck hätte dann die komplizierte Struktur der Grundmembran?* Aber bei alleiniger Berücksichtigung des indirekten Weges bleiben jene ungleichen Längen der Sinneshaare unerklärlich, wenn man sich nicht etwa bei einer Hypothese beruhigen will, die früher von HENSEN aufgestellt worden ist und besagt, daß die Reizung der Sinneszellen in einem einfachen Angedrücktwerden ihrer Haare gegen die Unterfläche der Membrana tectoria bestände. Dann würde nur der konvexen Fläche dieses herabhängenden Anschlagpolsters die Hohlung entsprechen, welche durch die radialen Niveauunterschiede der Haare gebildet ist.

Oder es sind die Haare in der Schnecke überhaupt nicht direkt

erregbar, wie diejenigen der vestibulären Sinnesorgane, von denen sie sich allgemein ja durch kürzere Form und andere Art der Belastung unterscheiden. Ihre beträchtliche Längendifferenz im CORTISCHEN Organ müßte dann nicht als eine primäre Abstimmung für die an ihnen vorbei laufenden Bewegungen der Endolymphe gelten, sondern erst eine solche sein, die sie zu den einzelnen Abschnitten des CORTISCHEN Organs mit seinen verschieden großen Dimensionen in sekundäre Übereinstimmung bringt. Mit der Länge der Saiten, mit der Höhe des Tragbogens u. s. w. stände dann auch eine entsprechende Länge der Haare in einfacher Beziehung, und ihre auffallende Differenz in den drei äußeren Reihen würde dann auch nur eine direkte Beziehung zu der wechselnden Länge der Haarzellen, der DEITERSschen Zellen mit ihren Verbindungsstielen und der Einspannung in die Form des äußeren Tragbogens sein. Mit anderen Worten, es gibt die ganze Reihe der allmählig länger werdenden Haare nicht einen abgestimmten Apparat, welcher direkt auf die Bewegungen der Endolymphe reagiert, sondern nur eine Einrichtung, welche sie zu dem klanganalytischen Organ der Grundmembran und seinen aufgespannten Sinneszellen in besondere Resonanz bringt. Vielleicht lassen sich solche Verhältnisse durch umfangreichere Messungen, die mir vorläufig noch fehlen, genauer als hier entwickelt worden, begründen, Proportionen also, die eine regionäre Übereinstimmung zwischen der Länge der Grundmembransaiten, der Stützzellen, der Haarzellen und ihrer Haare überall gleichmäßig enthielten.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Der Stützapparat der Haarzellen im CORTISCHEN Organ der Säugetiere (Maus, Meerschwein, Katze, Hund) wird von besonderen Stützzellen zusammengesetzt, welche teils durch eine tiefgreifende Ausbildung von festeren intracellulären Fasern und eine oberflächliche Ausprägung von Ringfassungen oder auch durch letzteres allein von den übrigen Zellenmassen auf der Membrana basilaris ausgezeichnet sind, die nur ein allgemeines Lager für die Einfügung spezifisch differenzierter Zellen, der Stützzellen und der Haarzellen, abgeben. Zu den faserreichen Stützzellen gehören die CORTISCHEN Pfeiler und die DEITERSschen Zellen, zu der zweiten Gruppe die inneren Phalangenzellen und Grenzzellen. Drei Arten von Stützfasersystemen müssen unterschieden werden:

1. ein *allgemeiner Tragbogen*,
2. *basale Stützen dieses Tragbogens*,
3. *basale besondere Stützen der Haarzellen*.

Der *allgemeine Tragbogen* gliedert sich in drei Abschnitte, in einen *inneren Bogen*, welchen die Innenpfeilerzelle mit ihrer Kopfplatte liefert, in einen *äußeren Bogen*, welchen die Fasersysteme der dritten DEITERSschen Zelle bilden, und in einen *mittleren Teil*, welcher durch die verschränkten und verkitteten Reihen alternierender Kopfplatten gewisser Zellen, der Außenruder, der Außenpfeiler und der Phalangenplatten der DEITERSschen Zellen, zusammengesetzt ist und dadurch zahlreiche *Ringfassungen für die Köpfe der äußeren Haarzellen* liefert. Die *Ringfassungen* der einen *inneren Haarzellenreihe* liegen als eine *seitlich angegliederte Vorrichtung* am *axialen Winkel* des inneren Bogens; sie werden zusammengefügt aus den axialen Randausschnitten der Innenpfeilerkopfplatten resp. deren Innenschnäbel, sowie den Kopfplatten der inneren Phalangen- und Grenzzellen.

Die *unteren Schenkel des allgemeinen Tragbogens* sind durch die verkitteten Fußflächen des Innenpfeilers resp. der dritten DEITERSschen Zelle auf der *Membrana basilaris* befestigt. Beide Schenkel konvergieren leicht zu einander; der innere ist kürzer, leicht von innen her eingebogen, der äußere höher und ein wenig nach außen vorspringend, jener mittlere Teil mit seinen Ringfassungen erscheint in geringem Grade eingesunken, wodurch die eigentümliche Form des allgemeinen Tragbogens bedingt wird (Schema I S. 43).

Durch besondere *basale Stützen* ist wiederum von der *Membrana basilaris* her dieser *allgemeine Tragbogen* *ausgesteift* und *gespannt gehalten*; sie werden von den unteren Fasersystemen des Außenpfeilers, den oberen seines Außenruders, sowie von den durchgehenden Fasern der Phalangenfortsätze der ersten und zweiten DEITERSschen Zellen gebildet. Die *Fußflächen aller dieser basalen Stützen* stehen auf den *stärker schwingenden Abschnitten der Membrana basilaris*; sie greifen den oberen Tragbogen mit seinen Ringfassungen der *äußeren Haarzellen* in einer *schräg-axial aufsteigenden Richtung* an. Für die *Ringfassungen der inneren Haarzellenköpfe* sind derartige *Stützeinrichtungen* nur *schwach* ausgeprägt; sie setzen sich aus den dünnen oberflächlichen Fortsätzen der inneren Phalangenzellen und der Grenzzellen zusammen. Infolge ihrer dicht dem Winkel des inneren Bogens angefügten Lage und

Eingreifen der kurzen und ausgesteiften Innenschnäbel erscheint ihre obere Befestigung jedoch als eine feste und sichere (Schema II, S. 44).

Die *dritte Gruppe im Stützapparat* der Haarzellen zeigt *besondere basale Stützen für das untere Ende der Haarzellen*, welche ohne dieselben frei vom Tragbogen herunterhängen und stärkeren Schwankungen bei den Schwingungen der Grundmembran ausgesetzt sein würden. Für die *inneren Haarzellen* sind sie wohl aus jenem allgemeinen Grunde ihrer axialen Lage, welche dem Ansatz der Membrana basilaris am Rand der Lamina spiralis ossea bereits nahe kommt, nur schwach entwickelt; sie werden von dem substanzarmen, dünnwandigen und grob vakuolisierten Protoplasma der unteren Hälften jener inneren Phalangenzellen und Grenzzellen zusammengesetzt. Die *äußeren Haarzellen* dagegen sind durch besondere *Stützkelche von Fasern* auf der Basilarmembran befestigt, welche DEITERS früher als „Verbindungsstiele“ gesehen und für eigene Fortsätze der Haarzellen gehalten hat. Diese *Stützkelche* gehören aber als ein *unteres Fasersystem den DEITERSschen Zellen* an; es reicht in ihnen bis zum *unteren, kelchartig ausgehöhlten Kopf*, welcher außerdem an einer *seitlich-axialen Wand eingeschnitten* ist. Dadurch ähnelt diese Einfassung des unteren Haarzellenendes, das bis zu seiner Kernhöhe eingelassen ist, der Wirkungsweise einer Klemmvorrichtung. (Schema III, Taf. V.)

II. Der *Stützapparat der Haarzellen*, der sie also am oberen wie unteren Zellende durch besondere Vorrichtungen gefaßt hält, erscheint *infolge seines inneren Baues aus bogenförmig gespannten und gegenseitig versteiften und verbundenen Fasersystemen* geeignet, sowohl seine Haarzellen sicher und fest zu tragen als auch die *Schwingungen der Grundmembran aufzunehmen und auf die ihnen eingefügten Haarzellen zu vermitteln*, als deren letzte *freie Endteile die Haare* erscheinen, welche mit *außerordentlich fein zugespitzten Enden* in der Deckplatte des Haarzellenkopfes drinstecken, sodaß sie in *leichter Weise* auf die ihnen von unten her zugeführten Schwingungen ansprechen müssen.

III. Die *Verbindung der Haarzellen* mit den letzten Endfäserchen des *Hörnerven* liegt ausschließlich am *unteren Abschnitt des abgerundeten Haarzellenleibes*. Zu den *inneren Haarzellen* gelangen die von der Habenula perforata an marklosen und ungleich fein granulierten nackten Neuriten, indem sie zwischen den weiter auseinander gewichenen Fußteilen der inneren Phalangenzellen

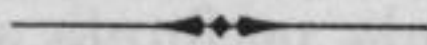
und Grenzzellen resp. zwischen ihren, den unteren Haarzellenenden zugekehrten Flächen emporsteigen. Zu den *äußeren Haarzellen* kommen die terminalen Hörnervenfäsern aus den *äußeren Spiralnervenzügen*, welche an der ersten Reihe der DEITERSschen Zelle resp. in den schmalen Zwischenräumen der folgenden Reihen von DEITERSschen Zellen liegen. Sie sind teils *Kollateralen*, teils *umbiegende Endfasern*. Sie treten durch jenen *Ausschnitt in der Wand des Stützkelches* in den *unteren Raum jener Aushöhlung des unteren Kopfes* einer DEITERSschen Zelle ein, welcher trichterförmig sich verjüngt und deshalb vom rundlichen Haarzellenende unausgefüllt und als *Nervenraum* für die letzten Zweige dieser Hörnervenfäserchen frei bleibt. Durch eine Anzahl von konisch verdickten und an Neurosomen reichen *Endfüßen* sind dann schließlich diese *Nervenfäserchen mit dem unteren Pol der Haarzellen fester verbunden*.

Die *Erregungen der Haare* an dem Kopf der Haarzellen würden also durch das *Protoplasma der Haarzellen in seiner ganzen Länge bis zum unteren Nervenpol fortgeleitet werden*. Eine konstante und besondere Struktur, die dieser letzten intracellulären Reizleitung dienen könnte, ist bisher nicht erkennbar gewesen.

IV. Wie andere Epithelzellen zeigen auch die Zellen des Ductus cochlearis *oberflächliche*, schwerer entfärbbare Körnchen oder sogenannte *Centrosomen*. Speziell haben die Haarzellen des CORTISchen Organs je ein größeres Korn, die übrigen Zellen dagegen meistens einen Doppelkorn, einzelne auch drei und vier derartige Körnchen von unbekannter Bedeutung.

V. Die *Haarzellen der Macula resp. Crista acustica* sind nach dem Typus der centralen Ganglienzellen *vollständig an ihrer Oberfläche von einem neurosomenreichen Neuritenprotoplasma bedeckt*, welches aus der *intraepithelialen Aufzweigung markloser Fäserchen des Nervus vestibularis entsteht*.

Zum Unterschied von den Haarzellen des CORTISchen Organs haben also die *einzelnen Sinneszellen der vestibulären Sinnesapparate eine größere Achsencylinderendfläche zur Abgabe ihrer Reize*.



Figurenerklärung zu Tafel I—V.

Sämtliche Figuren habe ich nach eigenen Präparaten mit dem ABBESCHEN Zeichenapparat entworfen; ihre Ocular-Vergrößerung ist bei den einzelnen Abbildungen angegeben. Als Objektiv habe ich durchweg eine Homog. Immersion I von HARTNACK benutzt; teilweise auch eine SEIBERTSche Imm. 1/16.

Figg. 1—4. Axiale Längsschnitte durch das CORTISCHE Organ des ausgewachsenen *Meerschweins* aus der 1.—4. Windung der *Gehörsschnecke*. Oc. 6.

Fig. 5. Äußerer Umfang des CORTISCHEN Organs mit dem äußeren Tunnel, den drei DEITERSSCHEN Zellen und den ihnen eingefügten äußeren Haarzellen von der *Spitzenwindung* der erwachsenen *Maus*; aus einem paraxialen Längsschnitt durch die Schnecke. Oc. 6.

Figg. 6 u. 8. Flächenbild der *Lamina reticularis* aus dem Endabschnitt der *basalen Schneckenwindung* der *Maus*. Fig. 8 mit Oc. 6, Fig. 6 mit Oc. 12 in Ansicht von der *M. basilaris* her gesehen. Beide Figuren zeigen den *basalen Typus* des CORTISCHEN Organs in der Oberflächenzeichnung seiner *Lamina reticularis*.

Fig. 7. Flächenbild des CORTISCHEN Organs aus der 2. Windung der Meerschweinchenschnecke; von dem Ansatz der Membr. Reissneri am Lig. spirale her gesehen und mit Oc. 6 gezeichnet. Seine einzelnen Zellelemente sind in verschiedener Tiefenanordnung bei einer im allgemeinen von links nach rechts in der Zeichnung aufsteigenden optischen Schichteinstellung dargestellt worden, um die Tiefenbeziehungen der schwarz erscheinenden *Lamina reticularis* anzugeben. Dieser Figur entspricht als Längsschnitt Fig. 2. Die Schicht am linken Rande der Fig. 7 ist bei einer tiefsten Einstellung der basalen Zellabschnitte des CORTISCHEN Organs dicht über der Grundmembran gezeichnet worden; sie zeigt die Fußflächen der beiden Pfeilerzellen und der drei (I—III) DEITERSSCHEN Zellen mit den optischen Anschnitten ihrer Fasersysteme; in den beiden Pfeilerzellen sind außerdem die Kerne zu sehen. Rechts oben folgt diesem tiefen Zellmosaik ein Stück von der dritten Reihe DEITERSSCHER Zellen (III) mit den ihnen eingefügten Haarzellenenden. Ihr Faserstab ist in der Mitte vom Kern verdeckt, lang angeschnitten erscheint ihr „Verbindungsstiel“ als Stützkelch zum Haarzellenende, der hier zum Unterschied von Fig. 2 nur dünn ausgeprägt ist; quer abgeschnitten ist dagegen das System des *äußeren Tragbogens*, dessen *Fortsetzung bis zur Lamina reticularis* erst die rechte Seite der Figur bei aufsteigender optischer Einstellung wiedergibt.

Der größere mittlere Teil der Figur 7 zeigt die *Zeichnung der Lamina reticularis beim apicalen Schneckentypus* mit seinen charakteristischen *äußeren Tragbögen*; nach links zu ist diese *Lamina* weggelassen, um die Stellung der äußeren Haarzellen und der entsprechenden I.—III. DEITERSSCHEN Zellen unter ihr zu zeigen, wodurch die *ungleiche seitliche Ablenkung der Phalangenfortsätze der I. und II. DEITERSSCHEN Zelle* zu den entsprechenden *Bogenfortsätzen der III. Zelle* anschaulich wird.

Am rechten Rand der Figur ist oben die Aneinanderfügung der Deckzellen und ihre Lage auf den Bogenfortsätzen der III. DEITERSSCHEN Zelle angegeben,

in der unteren Hälfte dagegen durch Weglassen der drei äußeren Haarzellen die *Zusammensetzungen ihrer Ringfassungen* in der *Lamina reticularis externa* dargestellt worden.

Figg. 9 u. 10. Aus der 2. *Windung* der Gehörsschnecke vom erwachsenen *Hund*. Oc. 6. Zu ihnen gehört noch Fig. 18 auf Tafel III; sie geben zusammen drei verschieden tiefe optische Durchschnitte durch die *Zellelemente axialwärts vom inneren Tunnel* wieder bei einer *Ansicht von der Membrana basilaris ker.* Fig. 9 zeigt bei tiefster Einstellung die *Lamina reticularis interna* und speziell die *basale Unterstützung der inneren Phalangenplatten* durch die *kurzen Innenschnäbel der Innenpfeilerzellen*. Fig. 10 läßt die *alternierende Stellung der inneren Phalangenzellen zu den inneren Haarzellen* in der mittleren Höhe dieser Elemente erkennen. Fig. 18 zeigt das Gleiche in einer in der Kernhöhe der inneren Phalangenzellen gegebenen Ebene.

Fig. 11. Axialer Längsschnitt durch das *CORTISCHE* Organ vom erwachsenen *Hund*. Oc. 4. Aus der 2. *Windung* der Gehörsschnecke. Der Schnitt zeigt 4 *DEITERSSCHE* Zellen in radiärer Gruppierung und die Lage der *beiden äußeren zum äußeren Tunnel*.

Fig. 12. Aus dem Ende der 2. *Windung* der Gehörsschnecke einer *Maus*; *basaler Typus des CORTISCHEN* Organs. Verdichtungskörper in den basalen Stützkelchen der äußeren Haarzellen.

Fig. 13. Flächenansicht des *CORTISCHEN* Organs aus der 2. *Schneckenwindung* der *Katze*; links die Deckzellen des äußeren Tunnels, rechts oben die Bildung der äußeren Tragbögen durch das durchgehende Bogensystem der III. *DEITERSSCHEN* Zellen, rechts unten allein die Außenruder und Kopfkörper der Außenpfeiler dargestellt ohne die sie bedeckenden, faserhaltigen Kopfplatten der Innenpfeiler.

Fig. 14. Aus einem Horizontalschnitt durch die Gehörsschnecke der *Maus*, welcher die *unteren Köpfe der DEITERSSCHEN* Zellen im Querschnitt getroffen hat. Man sieht die offene Form der Stützkelche; die größere rechte Hälfte zeigt noch die Kerne der sonst entfärbten äußeren Haarzellen; die linke Seite zeigt einen optischen Durchschnitt durch den unteren und engeren Teil jenes Nervenraumes. Mit Oc. 6 von der *Membrana basilaris* her gesehen. Der Schnitt zeigt außerdem hier einen fast radiären Eintritt der Tunnelnerven in den Nervenraum der I. *DEITERSSCHEN* Zellen.

Fig. 15. Aus einem paraxialen, geneigten Längsschnitt durch die Schnecke der erwachsenen *Katze*, welcher zur Richtung der Ebene der Außenpfeiler im Anfang der basalen *Windung* orientiert war. Infolgedessen sind die Außenpfeiler-mittelstücke lang angeschnitten und quer ihre Köpfe. Überlagert sind sie von den Kopfplatten der Innenpfeiler, in denen das System des inneren Tragbogens fast quer getroffen ist. Gestreift sind die inneren Haarzellenköpfe mit ihrem Haarbesatz. Man erkennt zwischen ihnen die eingedrungenen Innenschnäbel und ihre Überlagerung durch die quergetroffene innere Phalangenplatte. Oc. 6.

Fig. 16. Aus einem paraxialen und geneigten Längsschnitt durch die Schnecke vom erwachsenen *Hund*, dessen Ebene in die Neigung der Innenpfeiler der 1. *Windung* gebracht war. Infolgedessen ist ein genauer Längsschnitt durch die Region der inneren Haarzellen entstanden, welcher von der Achse her mit Oc. 6 gesehen worden ist. Man erkennt erstens die Dendritenlosigkeit dieser Sinneszellen an der überall rundlichen Zellmembran, zweitens die alternierende Einfügung der inneren Phalangenplatte und drittens die durch ihre Platte in der äußeren Hälfte durchschimmernden Innenschnäbel.

Fig. 17. Flächenbild der Membrana Reissneri vom *Hund*. Entfärbung bis auf Centrosomen.

Fig. 18. Siehe Erklärung zu Figg. 9 u. 10.

Fig. 19. Paraxialer Längsschnitt zu den DEITERSschen Zellenreihen der basalen Windung der Schnecke einer *Maus*. Ansicht der I. Reihe von der Achse her mit Oc. 6. Membrana basilaris quergetroffen.

Fig. 20. Ansicht einer I. DEITERSschen Zelle aus der 1. Windung von der *Maus* mit ihrem unteren Kopf und dem vom Hauptstück der Zelle abgehenden Phalangenfortsatz; vom Ansatz der Membr. Reissneri am Lig. spirale her gesehen mit Oc. 8. Die eingefügte Haarzelle ist infolge totaler Entfärbung nicht zu sehen.

Fig. 21. Aus einem Horizontalschnitt durch die 2. Windung der Gehörschnecke vom *Hund*. Er zeigt die Querschnitte der Außenpfeiler, die Schieferschnitte der drei geschlossenen Reihen DEITERSscher Zellen mit ihren Fasersystemen und eine vierte unvollständige Reihe gleichwertiger Zellelemente. Oc. 4.

Figg. 22—24. Aus einem zur Ebene der DEITERSschen Zellen geneigten paraxialen Längsschnitt durch die Schnecke der *Katze*. Oc. 6.

Fig. 22. Elemente der I. DEITERSschen Zellreihe aus der *Mitte der 1. Windung*, von oben außen her gesehen.

Fig. 23. Die gleichen Stützzellen in ihrem oberen Abschnitt aus dem *Anfang der 1. Windung* von innen unten her gesehen.

Fig. 24. Dieselben Elemente in ihrem oberen Abschnitt aus dem *Anfang der 3. Windung* von innen unten her gesehen.

Fig. 25. Aus der 1. Windung der *Meerschweinchenschnecke*; paraxialer Längsschnitt durch die 1. Reihe DEITERSscher Zellen mit ihren dem Faserstab angefügten verzweigten Einschlußgebilden (s. auch Fig. 37 bei der 3. DEITERSschen Zelle); von oben außen her gesehen. Oc. 6.

Fig. 26. Ein frisch in Humor aqueus untersuchtes Stück vom CORTISchen Organ der 2. Windung der *Meerschweinchenschnecke*, welches äußere Haarzellen in ihrer gestützten Lage zu den DEITERSschen Zellen sowie ihre Innervation zeigt. $\frac{1}{2}$ st. p. mort. gezeichnet. Oc. 6.

Figg. 27 u. 28. Querschnitte durch die unteren Köpfe der I. DEITERSschen Zellen aus der 2. Windung der *Meerschweinchenschnecke* mit Ansicht der Hörnervenendfüße an den betreffenden Haarzellenböden; von unten her gesehen. Fig. 27. Differenzierung der Endfüße auf Neurosomen; Fig. 28 weniger differenziert, sodaß die eckige, zackige Form der Füße und ihre teilweise Verbindung noch zu sehen sind (s. das frische Bild hierzu in Fig. 34 bei der mittleren Zelle). Oc. 8.

Fig. 29. Aus dem Längsschnitt des CORTISchen Organs der gleichen Windung durch die Region der I. DEITERSschen Zellreihe; das gezeichnete Zellelement zeigt außer seinem Stützapparat die Einfügung der betreffenden äußeren Haarzelle mit angefügtem akustischen Endhügel; der eine lang angeschnittene Endnerv erscheint als Kollaterale eines der DEITERSschen Zelle aufliegenden obersten Spiralnerven. Oc. 8.

Figg. 30. 32. 34—36. Äußere Haarzellen aus der Gehörschnecke des *Meerschweins* frisch in Humor aqueus untersucht; Oc. 6. Nur bei der großen Zelle in Fig. 34 mit dem netzigen Charakter der nervösen akustischen Endfläche ist mit Oc. 8 gezeichnet worden.

Fig. 30. Aus der 3. Windung eines 1 Jahr alten *Meerschweins*. $\frac{1}{2}$ st. p. mort. Kleine Endfüße.

Fig. 32. Veränderte und aufgeblähte Zellform. Bildung des Spiralkörpers.

Fig. 34. Von einem 2. Meerschwein. Die linke Zelle zeigt (wie auch die rechte in Fig. 36) die gerade Form der Fasereinlage mit angefügter Vakuole; aus der 3. *Schneckenwindung*.

Fig. 35. Aus dem Ende der 1. *Windung* eines 3. Meerschweins. $\frac{3}{4}$ st. p. mort. *Lange und gestielte Endfüße*, die deutlich granuliert geworden sind.

Fig. 36. Aus der 3. *Windung*. $\frac{1}{2}$ st. p. mort. Links zwei Haarzellenenden übereinander mit verschiedener Größe der Endfüße; die feinen in Verbindung mit mehreren Endfäserchen.

Fig. 31. *Macula acustica* von einem 3 Tage alten Kätzchen. Neurosomenfärbung.

Fig. 33. Aus einem paraxialen Längsschnitt durch die 1. *Windung* der Schnecke des Meerschweins. SEIBERT Hom. J. $\frac{1}{16}$. Oc. 6. Längsschnitt durch die Region der äußeren Haarzellen. Neurosomenfärbung. Stützfasern entfärbt.

Fig. 37. Aus einem fast axialen Längsschnitt durch die Schnecke eines Meerschweins. *Anfang der 2. Windung*. SEIBERT $\frac{1}{16}$. Oc. 8. Neurosomenfärbung der Endfasern des Hörnerven an den 3 äußeren Haarzellen.

Fig. 38. Rand einer *Crista acustica* der erwachsenen Katze. Oc. 6.

Fig. 39. *Macula acustica* der erwachsenen Maus.

Fig. 40. *Relative Längen der Sinneshaare* der Haarzellen des CORTISCHEN Organs. *a* vom Meerschwein, *b* von der Katze, *c* von der Maus.

Schema III. Gesamter Stützapparat der Haarzellen im CORTISCHEN Organ (apicaler Typus); ausgestützter und verstärkter Tragbogen schwarz, basale Stützen der Haarzellen rot, Stützzellen grau, allgemeines Zellager weiß.

Fig. 2.

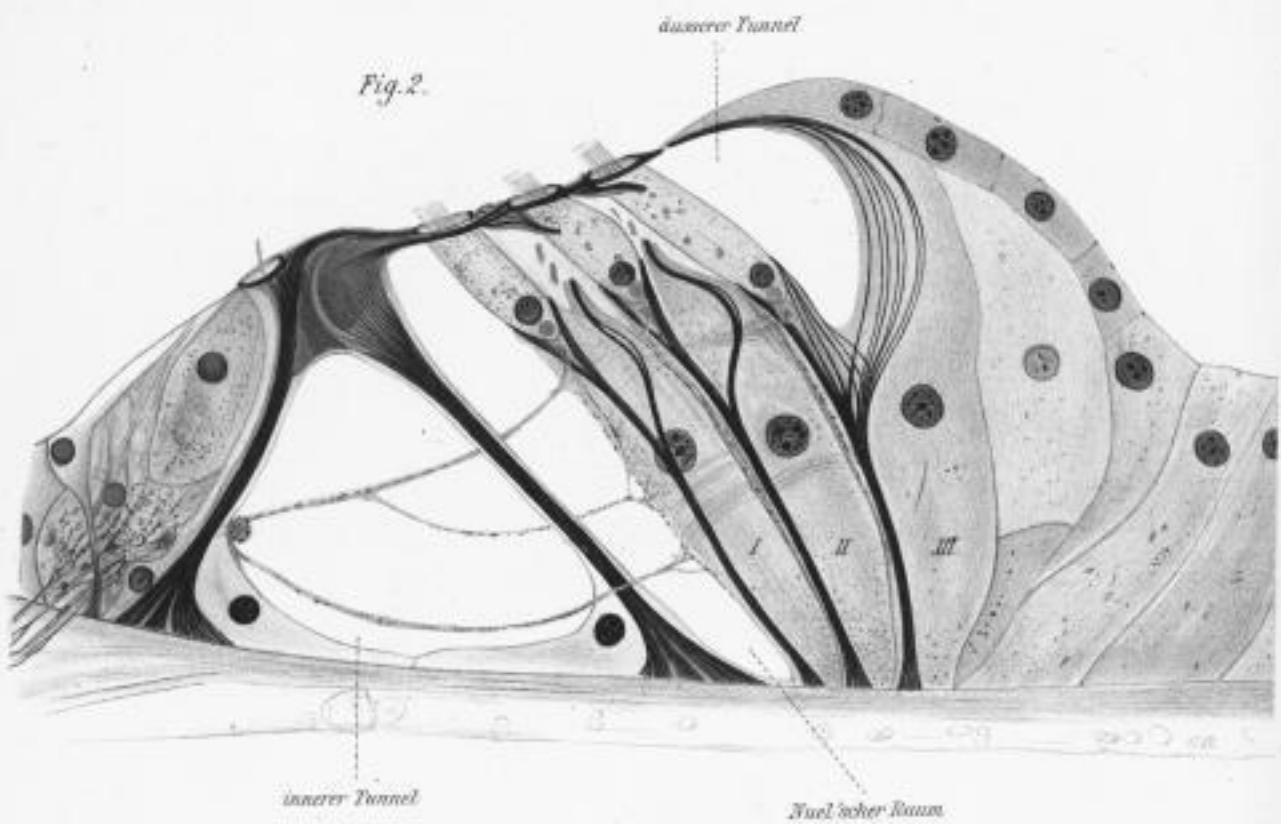


Fig. 4.

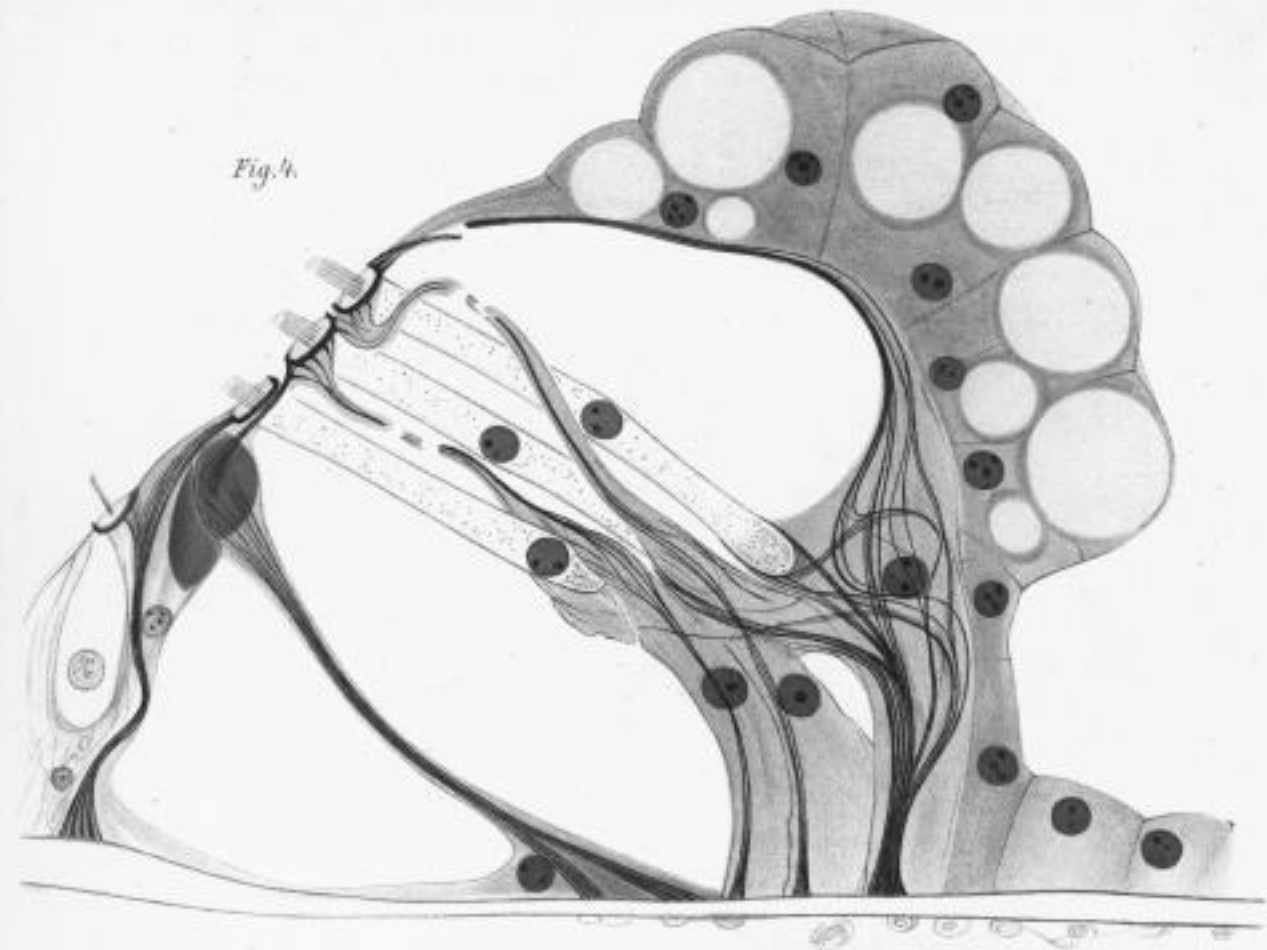


Fig. 1.

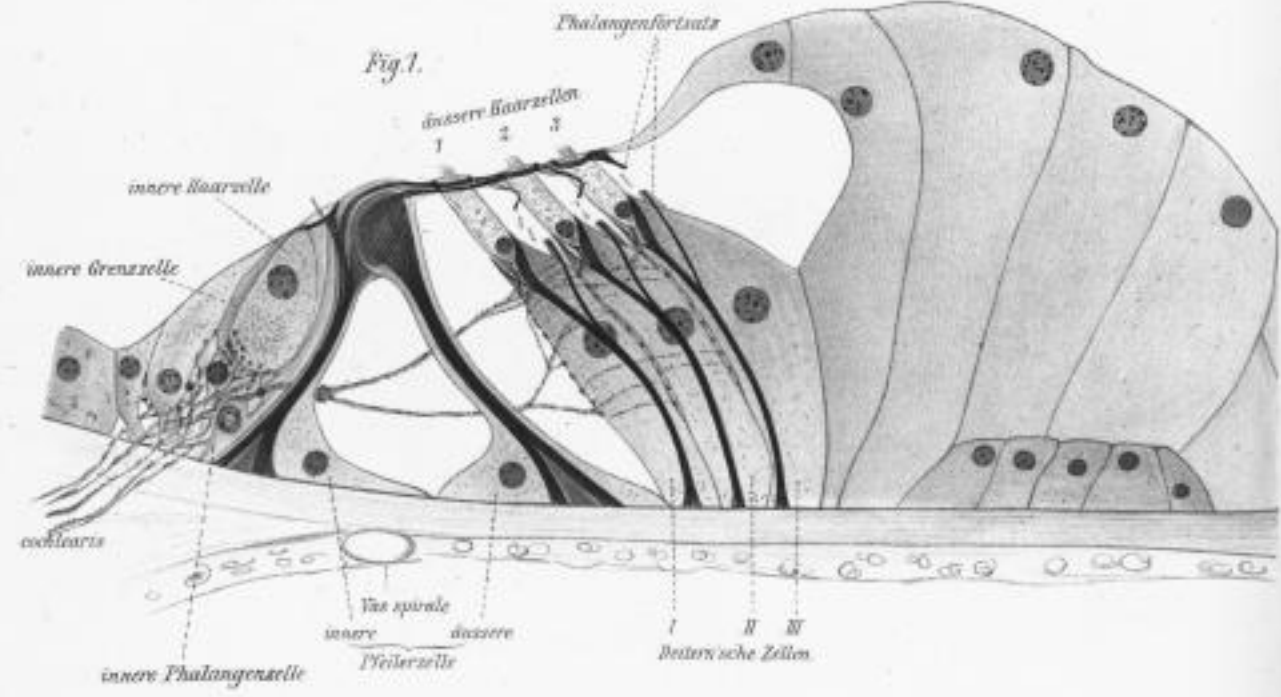
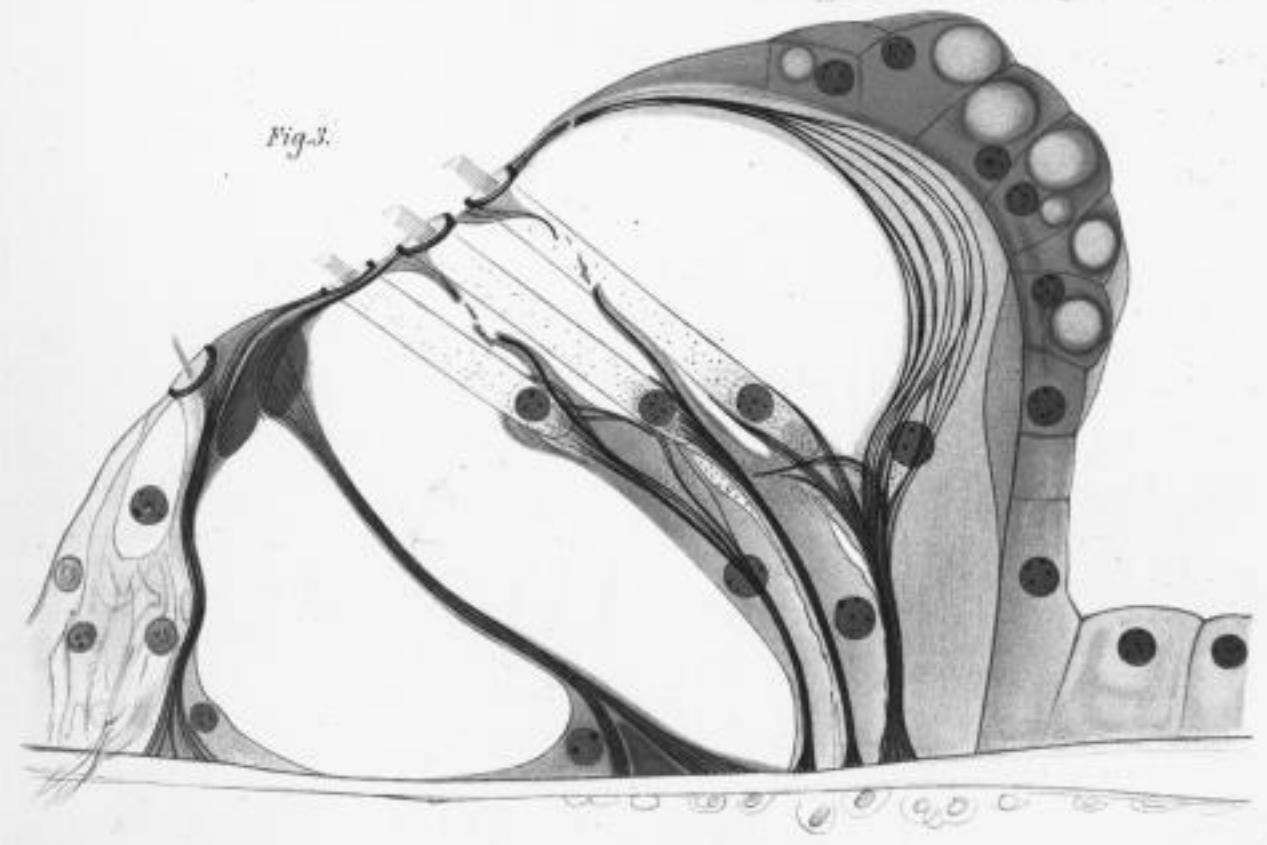


Fig. 3.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

1-3 Ausschnitte
für 3 äuss.
Haarzellen.
I-III Deitersche
Zellen.

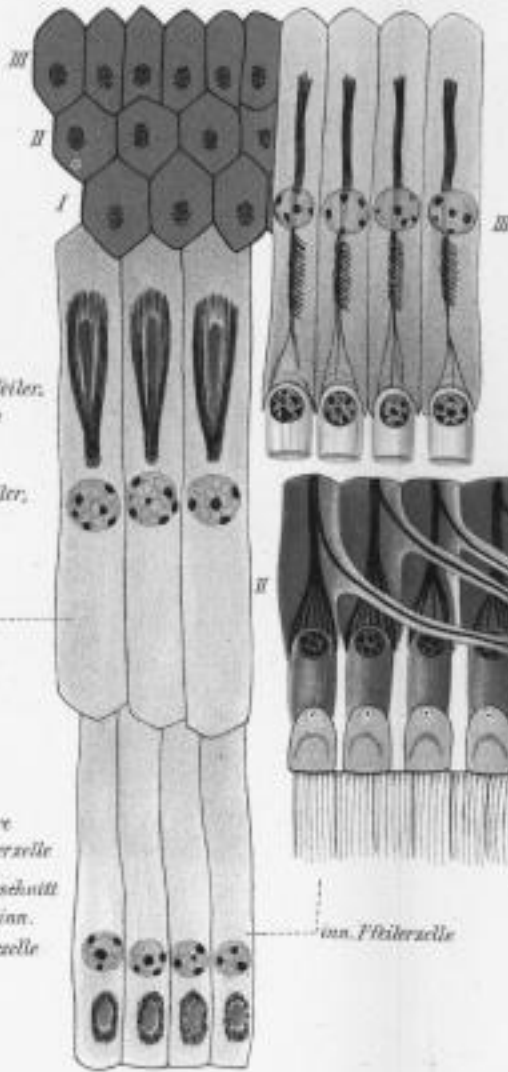
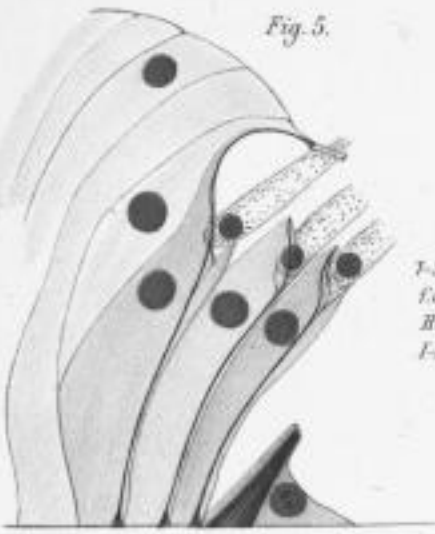


Fig. 9.



Fig. 10.

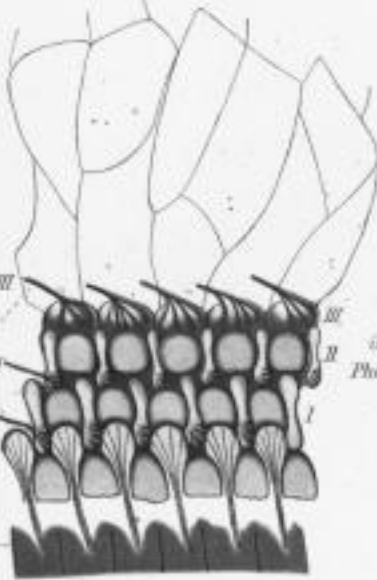


Fig. 8.

Decke des
äusseren
Tunnels

Phalan-
genfort-
sätze

äussere
Pfeiler-
zelle



äuss. Tunnel

Fig. 11.

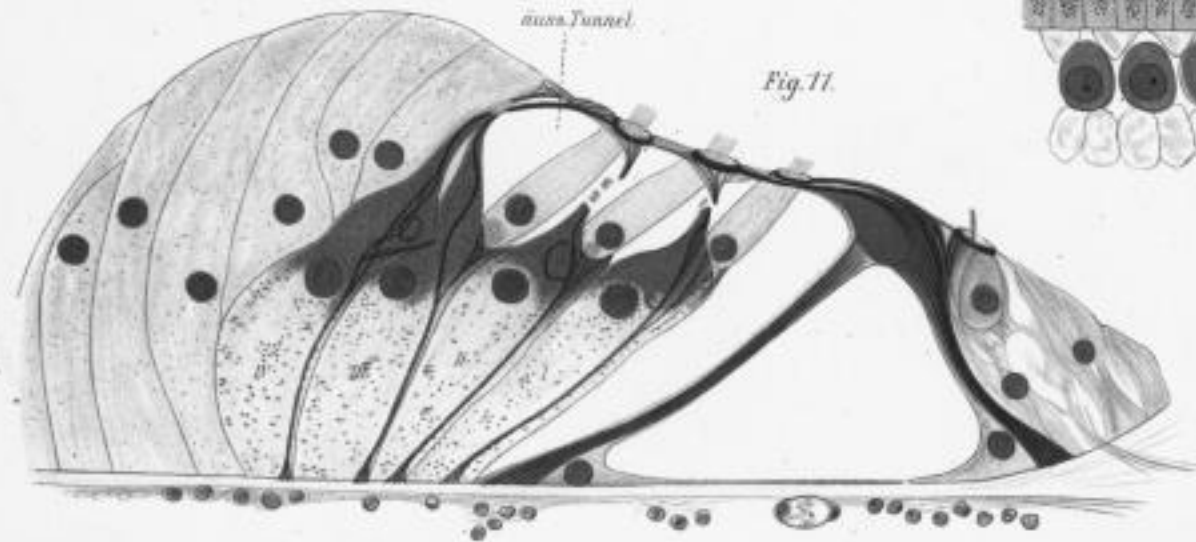


Fig. 7.

Decke d. äuss.
Tunnels

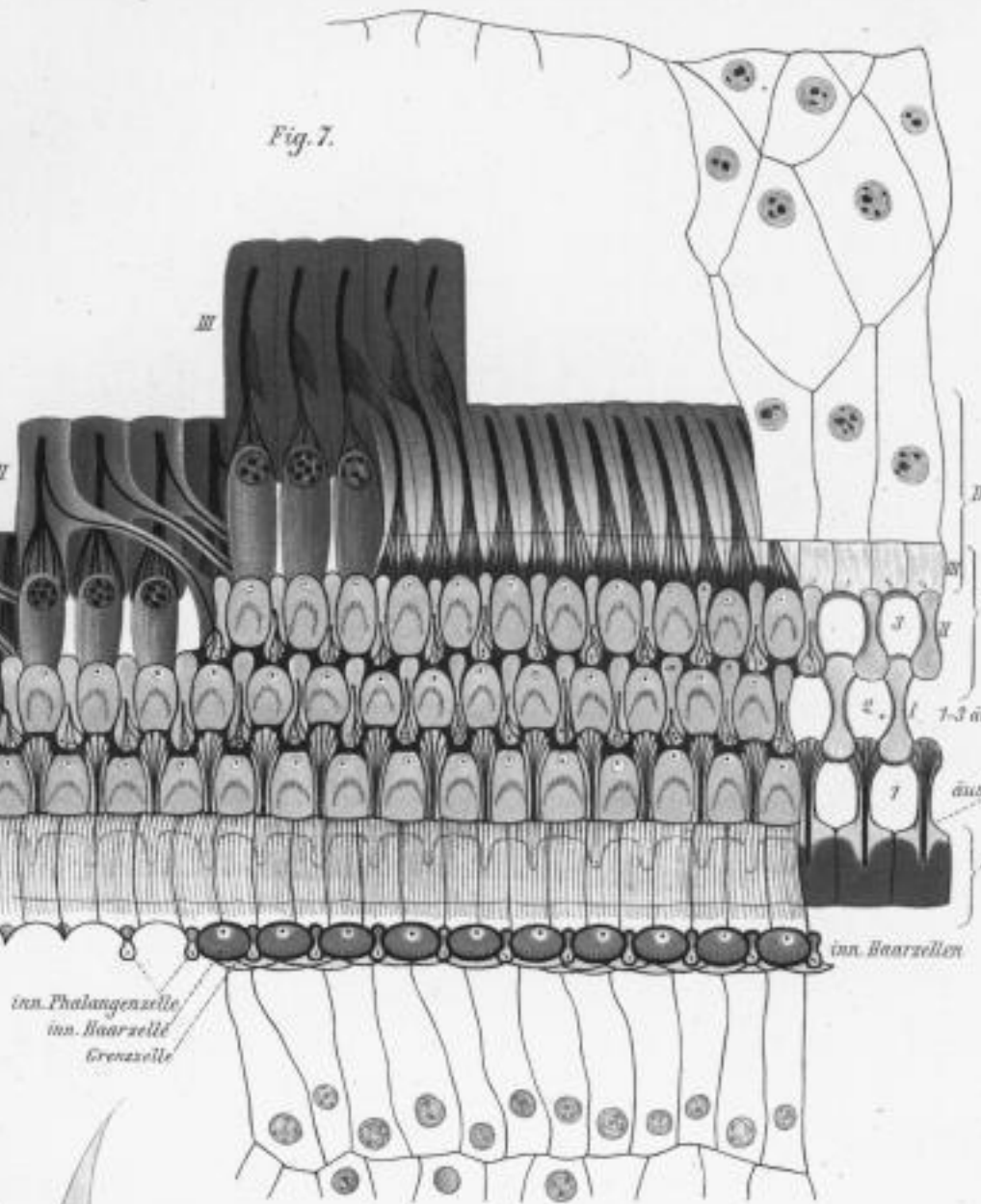
Deitersche
Zellen

1-3 äuss. Haarzellen,
Lichen

äuss. Pfeilerzellen

Decke d. inn.
Tunnels

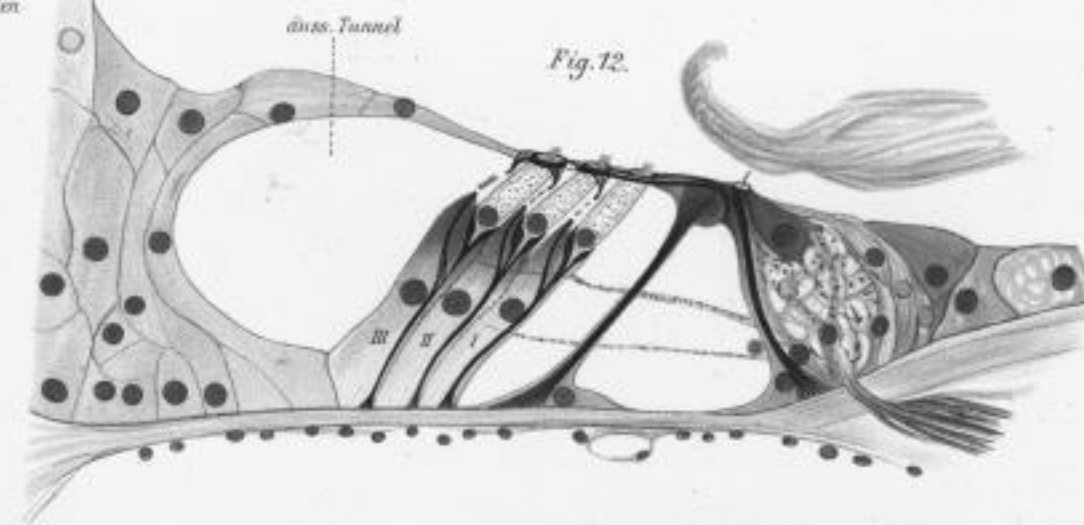
inn. Haarzellen



inn. Phalangenzelle
inn. Haarzelle
Grenzelle

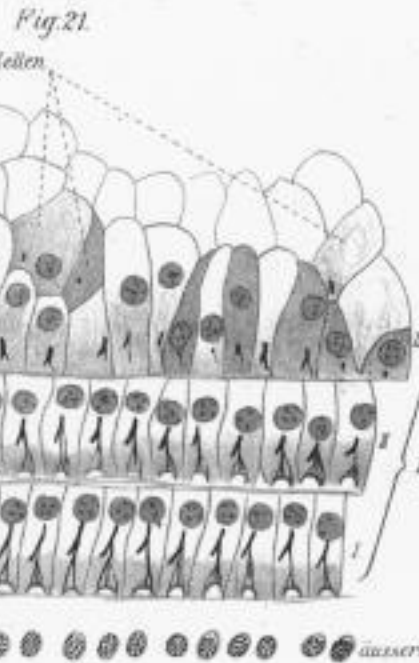
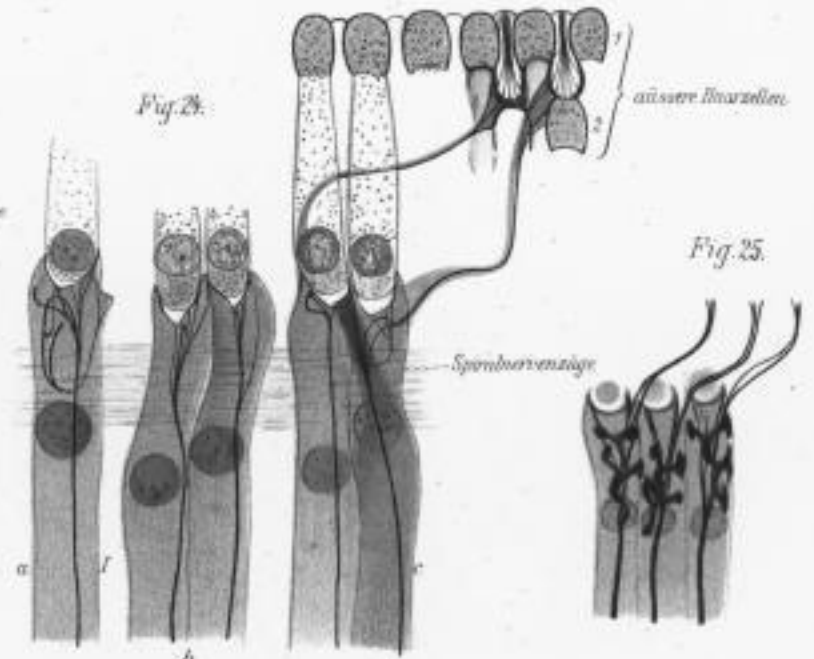
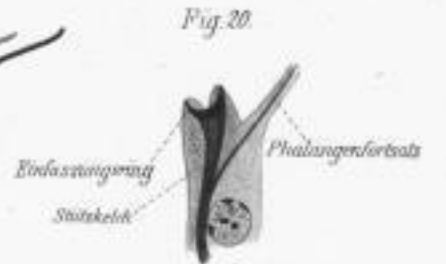
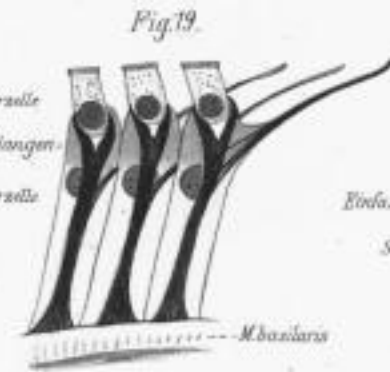
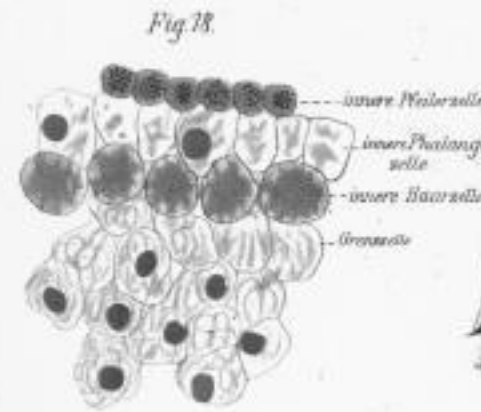
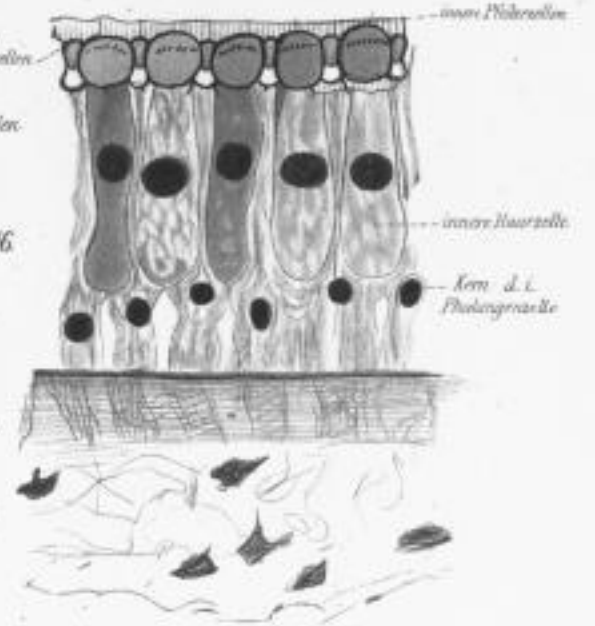
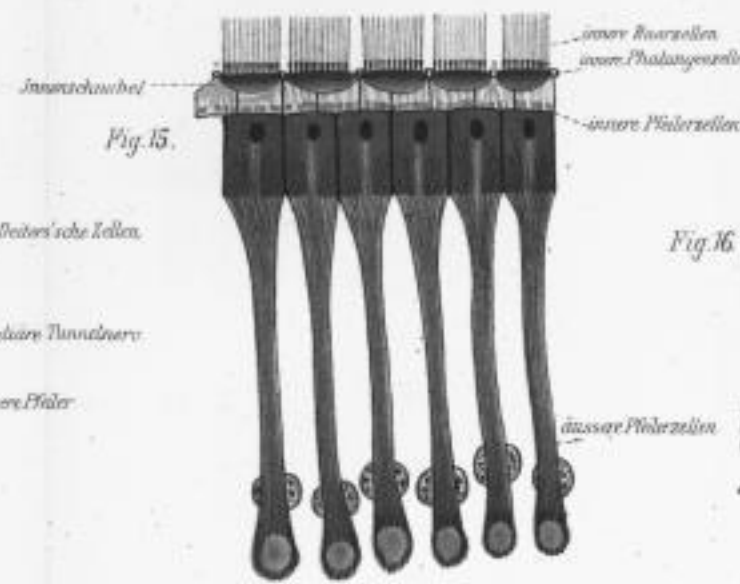
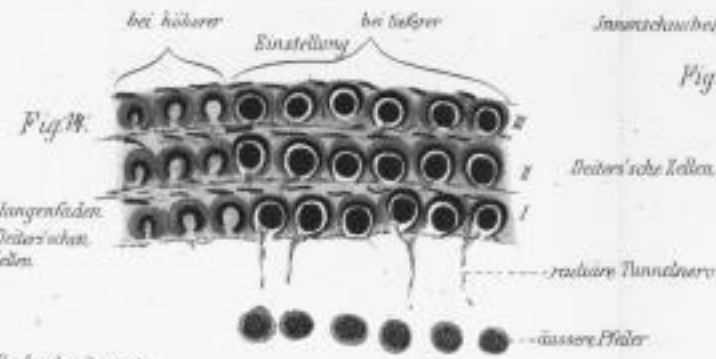
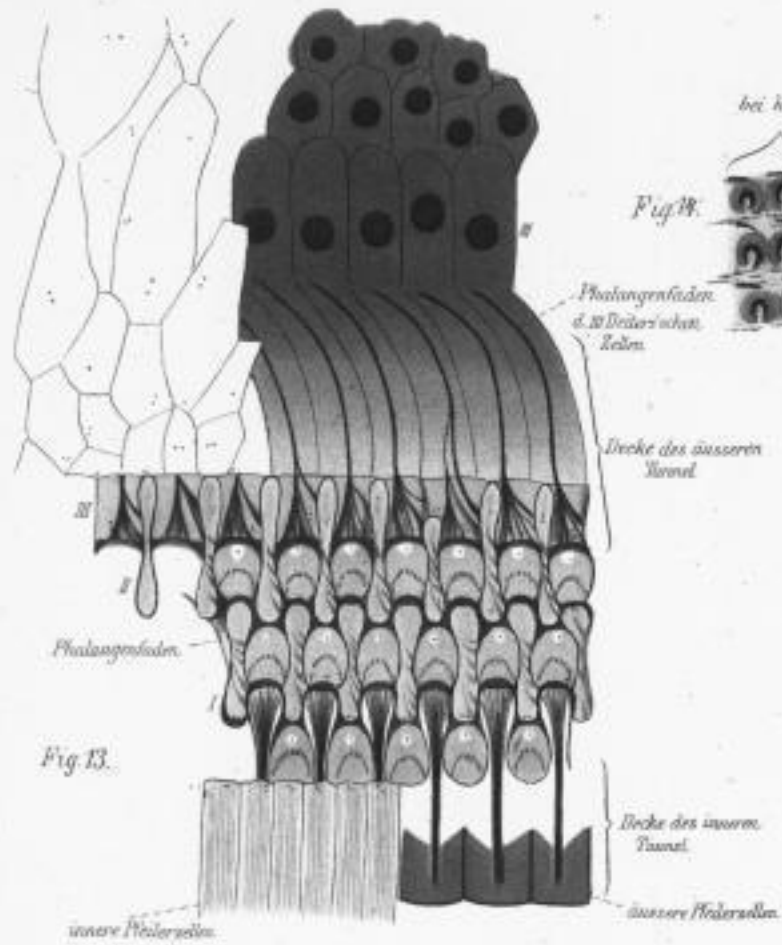
äuss. Tunnel

Fig. 12.

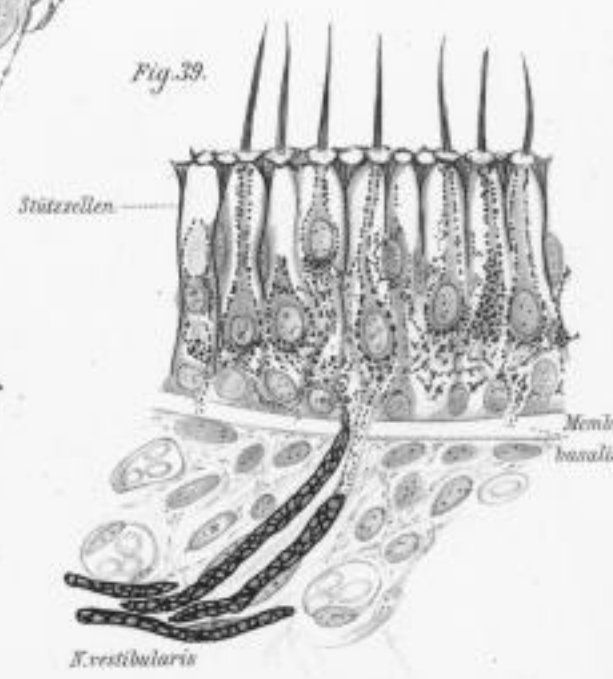
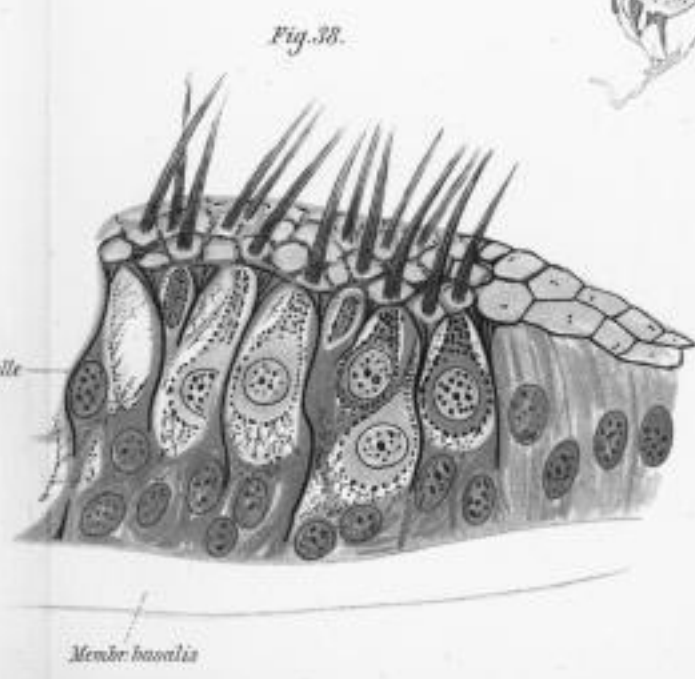
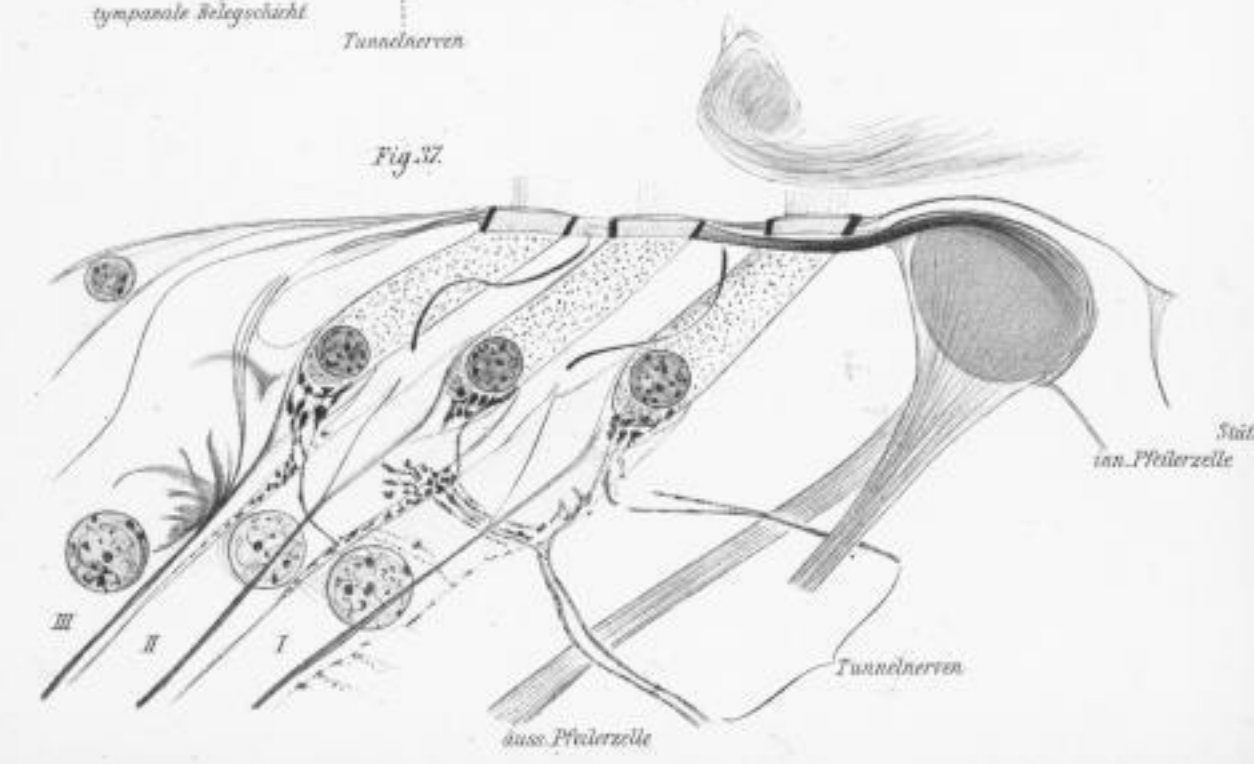
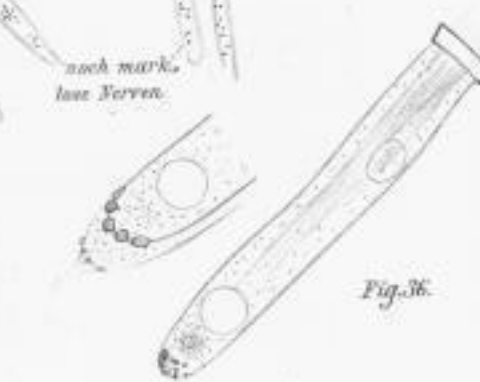
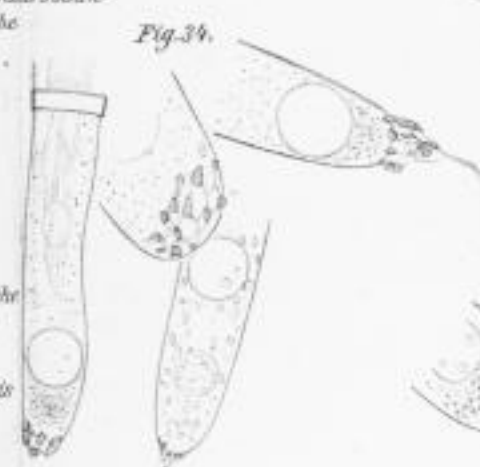
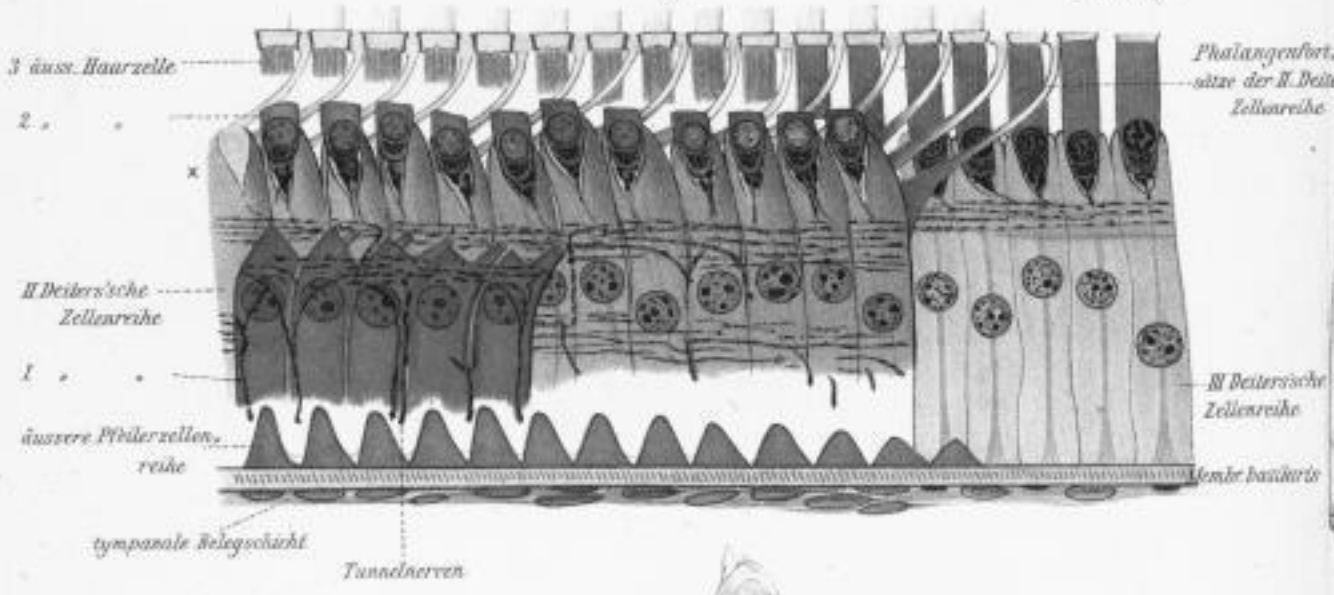
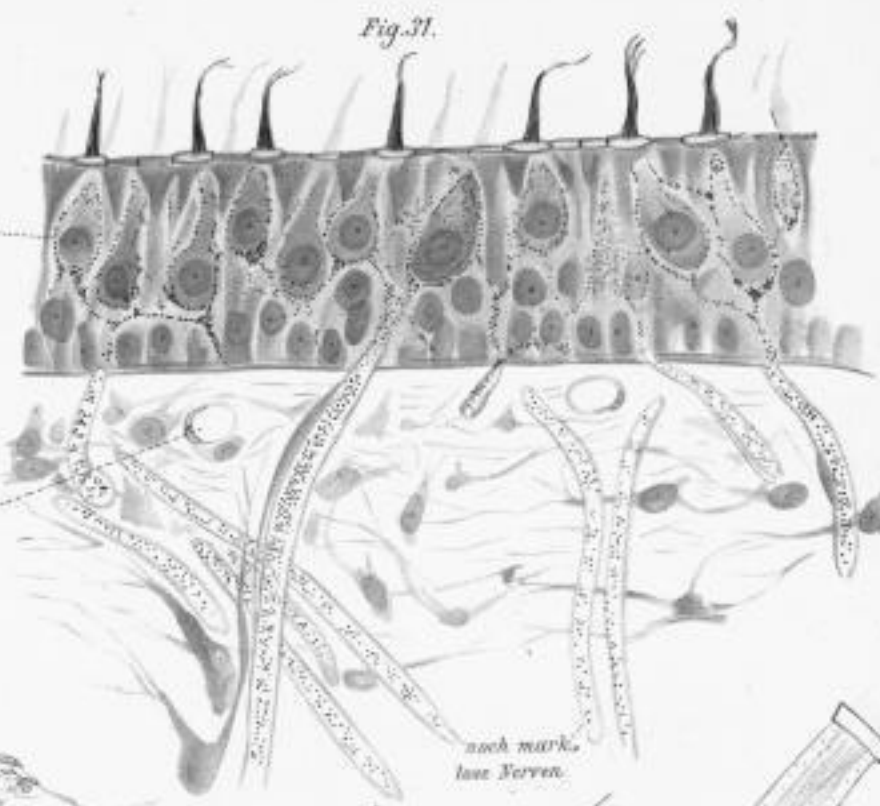
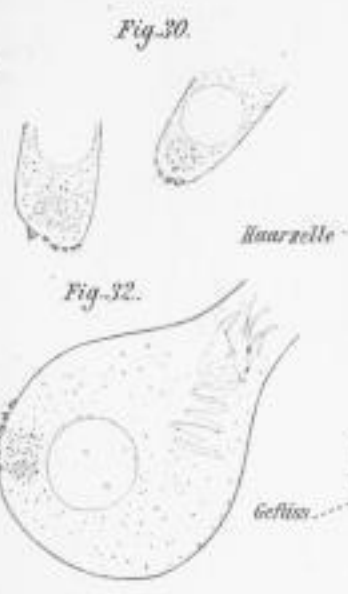
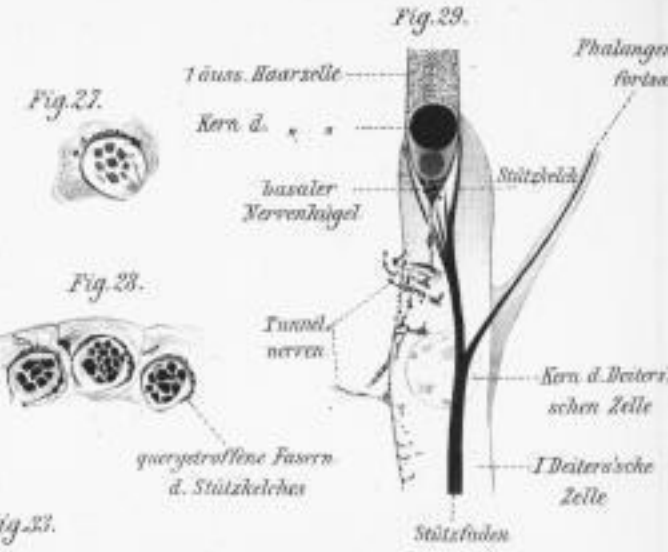
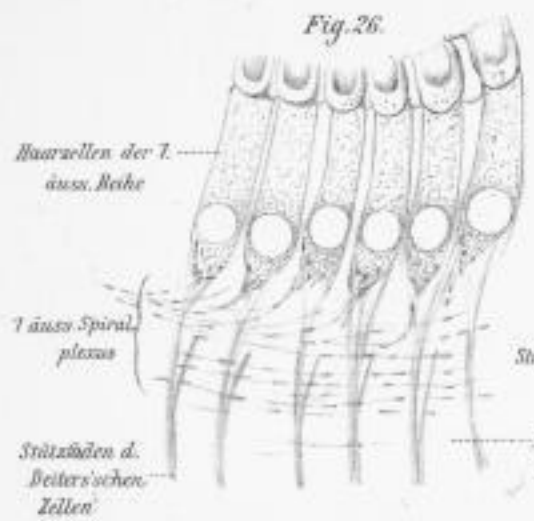


Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



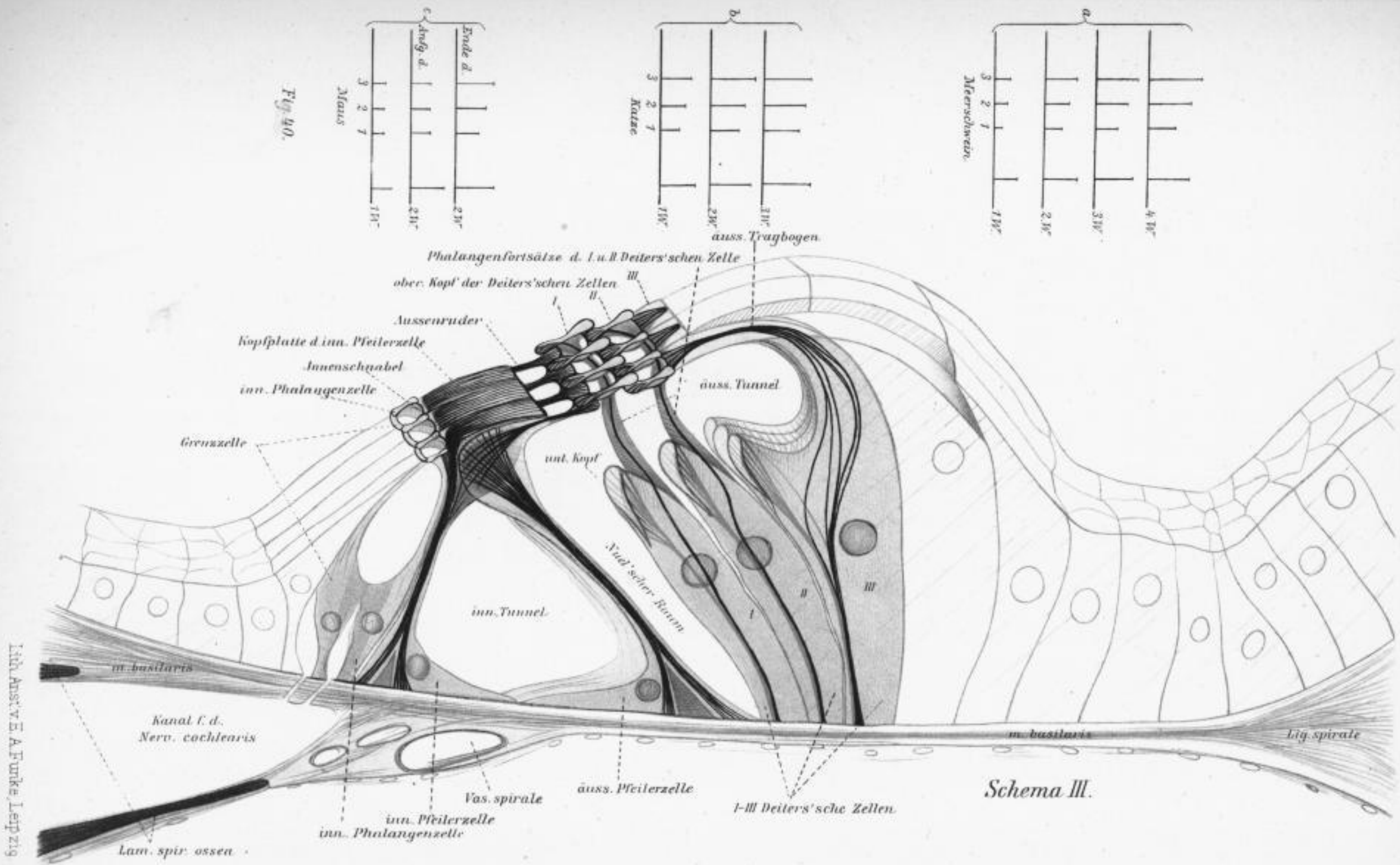






Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig





Lith. Anst. v. H. A. Furke, Leipzig

