



# Zur Homologiefrage der Teleostierpseudobranchie

<https://hdl.handle.net/1874/309514>

ZUR HOMOLOGIEFRAGE DER  
TELEOSTIERPSEUDOBRANCHIE

Diss.  
Utrecht.

1932







# ZUR HOMOLOGIEFRAGE DER TELEOSTIERPSEUDOBRANCHIE

Die teleostierische Pseudobranchie ist ein Organ, das nicht nur bei den Teleostei, sondern auch bei den Chimaeren und den Orectoloben vorkommt. Sie hat die gleiche Form wie diejenige der Chimaeren und Orectoloben, aber sie unterscheidet sich von diesen durch die Tatsache, dass sie aus einer einzigen Zelle besteht.

Die teleostierische Pseudobranchie besteht aus einer einzigen Zelle, die aus einer einzigen Zelle besteht.

## ZUR HOMOLOGIEFRAGE DER TELEOSTIERPSEUDOBRANCHIE

Изучение вопроса о том, какое устроено тело  
у рыб, показывает, что у рыб есть  
одинаковые органы, которые называются  
псевдоглоткой и глоткой.



Институт цитологии и генетики  
имени А.Н. Северного

1981  
1982  
1983

# ZUR HOMOLOGIEFRAGE DER TELEOSTIERPSEUDOBRANCHIE

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN  
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS-  
EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKSUNIVER-  
SITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN  
RECTOR-MAGNIFICUS Dr. L. S. ORNSTEIN  
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER  
WIS- EN NATUURKUNDE  
VOLGENS HET BESLUIT VANDEN SENAAT  
DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDEN-  
KINGEN VAN DE FACULTEIT  
DER WIS- EN NATUURKUNDE  
TE VERDEDIGEN OP MAANDAG  
4 JULI 1932, DES NAMIDDAGS  
TE 3 UUR

DOOR

HENDRIKUS ADRIANUS STORK  
GEBOREN TE AMSTERDAM

BIBLIOTHEEK DER  
RIJKSUNIVERSITEIT  
UTRECHT.

1932  
DRUKKERIJ J. HOEIENBOS & CO  
UTRECHT



*AAN DE NAGEDACHTENIS  
VAN MIJN VADER  
AAN MIJN MOEDER*



## VOORWOORD

---

Aan het einde van mijn studietijd gekomen, is het mij aangenaam mijn dankbaarheid te kunnen tonen aan allen, die tot mijn wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen.

Hooggeleerde Nierstrasz, hooggeachte promotor, mijn dankbaarheid gaat in de eerste plaats naar U uit. Niet alleen voor de aangename en energieke steun, die ik van U bij het tot stand komen van dit proefschrift mocht ondervinden, maar vooral voor de liefde die Ge voor Uw vak weet te wekken ben ik U zeer dankbaar. Dat U mij in staat gesteld hebt, in deze moeilijke tijden, mijn wetenschappelijke vorming voort te zetten wordt door mij ten zeerste gewaardeerd.

Hooggeleerde Jordan, zeer erkentelijk ben ik U voor het vele, dat ik zoowel door Uw colleges als ook door persoonlijk contact van U mocht leeren.

Hooggeleerde Pulle, met dankbaarheid denk ik terug aan Uw colleges, practica en excursies.

Hooggeleerde Went, een voorrecht was het mij Uw heldere colleges te mogen volgen.

Erkentelijk ben ik U, zeer geleerde de Lange, voor Uw onderricht in de vergelijkende embryologie.

Zeergeleerde de Marees van Swinderen, U ben ik zeer verplicht voor uw steun bij het tot standkomen van mijn proefschrift.

Zeergeleerde Ries, ik dank U voor de correctie der Duitsche tekst.

U. waarde Prijs, betuig ik mijn dank voor de keurige uitvoering der tekeningen en U, waarde Kreugel, ben ik zeer verplicht voor uw groote behulpzaamheid bij het aanschaffen van het materiaal, dat voor dit onderzoek diende.



Abdruck aus den  
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 55. Abt. f. Anatomie. 1932.  
Begründet von J. W. SPENGEL.

Herausgegeben von M. HARTMANN in Berlin-Dahlem und R. HESSE in Berlin.  
Verlag von GUSTAV FISCHER in Jena.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Zur Homologiefrage der Teleostierpseudobranchie.

Von

**H. A. Stork jun. (Utrecht).**

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Universität Utrecht.)

Mit 34 Abbildungen im Text.

### Historische Übersicht.

In seinen „Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers XI, 1886“ gibt DOHRN eine ausführliche kritisch-historische Übersicht über die Blutversorgung der Pseudobranchien der Fische. Was also vor dem Jahre 1886 veröffentlicht worden ist, findet man in der Studie DOHRN's besprochen. In genannter Studie behauptet DOHRN (1886), daß die Pseudobranchie bei den Selachiern ursprünglich venöses Blut aus dem Conus arteriosus erhalten habe durch die Arteria thyreomandibularis. Das Spritzloch sei damals noch eine Kiemenspalte mit einer Kieme gewesen. Hauptsächlich beschrieb er die Ontogenie der Blutgefäße der Pseudobranchie bei Forellenembryonen und schloß daraus, daß die Pseudobranchie der Teleostier und die Spritzlochkieme der Selachier homologe Organe sind. Weiter bespricht er die Anlage des Spritzloches bei den Teleostiern und er sah, daß bei der Rückbildung des Spritzloches oral von diesem die erste Anlage der Pseudobranchie auftritt.

PARKER (1886) beschrieb die pseudobranchiale Blutversorgung bei *Mustelus antarcticus*.

MAURER (1888) bearbeitete die embryonalen Gefäßverbindungen der Pseudobranchie bei der Forelle. Er fand genau dieselben Gefäßverbindungen, wie DOHRN (1886).

MAURER änderte seine Meinung vom Jahre 1884 und schloß sich der Meinung JOH. MÜLLER'S an, d. h. die Pseudobranchie gehört dem ersten Aortabogen an und ist der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog.

GORONOWITCH (1888) fand bei *Acipenser ruthenus*, daß die Pseudobranchie vom Ramus *praetrematicus* IX innerviert wird.

DOHRN (1890) beschrieb bei *Torpedo*-Embryonen das abführende Gefäß der Pseudobranchie und fand einen ähnlichen Verlauf wie bei *Raja* und Selachiern. Später wird es bei *Torpedo* reduziert.

VIRCHOW (1890) beschrieb die Gefäßverbindungen der Pseudobranchie der Selachier und besonders die Arterien der Chorioidea der Selachier und Teleostier.

Im selben Jahre (1890) studierte VIRCHOW die pseudobranchiale Blutversorgung bei *Acipenser* und er schloß aus den Gefäßverbindungen, daß *Acipenser* eine Zwischenstufe zwischen Selachiern und Teleostieren darstellt.

FR. MÜLLER (1897) studierte die Entwicklung der Pseudobranchie und ihrer Gefäße bei *Lepidosteus* und löste die noch offenen Fragen.

Nach FR. MÜLLER ist die Pseudobranchie von *Lepidosteus* der Pseudobranchie der Selachier homolog und gehört zum ersten Aortabogen.

ALLIS (1897) fand bei *Amia calva* keine Innervation der Pseudobranchie weder vom Glossopharyngeus noch vom Facialis.

In seiner „Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere“ (1898) gibt GEGENBAUR seine Meinung vom Jahre 1870 auf.

Nach GEGENBAUR ist mit dem Verschwinden des Spritzloches bei den Teleostiern die Pseudobranchie nicht verschwunden. Sie liegt dem Hyomandibulare an und wird so leicht mit der Operkularkieme verwechselt.

ALLIS (1900) untersuchte die Entwicklung der pseudobranchialen Blutgefäße bei *Amia calva*. Nach ALLIS ist die Pseudobranchie von *Amia* der Pseudobranchie der Selachier homolog und gehört zum Mandibularbogen.

Derselbe Autor (1902) bearbeitete die peripherische Verbreitung bestimmter Kopfnerven bei *Mustelus laevis*. Er fand, daß der Ramus palatinus VII die Pseudobranchie innerviert. In seiner Studie über *Scomber scomber* beschrieb ALLIS (1903) die pseudobranchialen Gefäß-

verbindungen und die Innervation der Pseudobranchie dieses Fisches. Die Gefäßverbindungen untersuchte er aber unvollständig.

ALLEN (1905) beschrieb die pseudobranchialen Gefäße bei *Ophiodon* und *Anoplopoma*.

Nach HOCHSTETTER (1906) spaltet sich die Anastomose zwischen den inneren Carotiden bei den Teleostieren in querer Richtung. Die efferenten Arterien der Pseudobranchien erhalten also eine Anastomose, während ihre Verbindung mit den Carotiden verschwindet. Die Carotides internae sind durch den Rest der ersten Anastomose miteinander verbunden.

GREIL (1907) hat gezeigt, daß die Pseudobranchie von *Ceratodus* eine Spritzlochpseudobranchie ist. Die Entwicklung der Gefäßverbindungen der Pseudobranchie ist auch von ihm beschrieben worden.

OSTROUMOFF (1908) beschrieb genau die Entwicklung der Gefäße der Pseudobranchie und der Operkularkieme bei *Acipenser ruthenus*.

Die Literatur der Pseudobranchialarterien und der Carotiden bei den Gnathostomen ist von ALLIS (1909) referiert worden, während derselbe Autor (1909) die Blutversorgung der Pseudobranchie bei den „mailcheeked fishes“ studierte. Er sprach den Gedanken aus, daß die Gefäßverbindungen dieser Fische sich denen von *Amia* anschließen. Er beschrieb die Innervation der Pseudobranchie bei *Scorpaena*, *Cottus* und *Lepidotrigla*. Die pseudobranchialen Arterien bei *Chlamydoselachus anguineus* hat ALLIS (1911a) genau beschrieben, ebenso bearbeitete er die pseudobranchiale Zirkulation bei *Polyodon spathula*. Derselbe Autor veröffentlichte im Jahre 1912 drei Studien. In der ersten beschrieb er die Gefäßverbindungen der Pseudobranchie bei *Heptanchus cinereus* und in der zweiten dieselben bei *Raja radiata*. In der dritten Arbeit behandelte er die pseudobranchialen Gefäße bei *Esox*, *Salmo*, *Gadus* und *Amia*.

DANFORTH (1912) beschrieb die pseudobranchialen Gefäße bei *Polyodon*, während ALLIS (1914) die abführenden pseudobranchialen Gefäße bei *Ceratodus forsteri* studierte.

BERRILL (1925) bearbeitete die embryonalen Gefäßverbindungen der Pseudobranchien bei *Solea variegata* und *Pleuronectes platessa*. Die Pseudobranchie hat nach ihm bis nach der Metamorphose respiratorische Funktion. Die Kopfnerven der „Ganoiden“ untersuchte NORRIS (1925). Obgleich er keine Innervation der Pseudobranchie bei *Amia* fand, nimmt er doch mit WRIGHT eine Innervation vom Ramus praetrematicus IX an. GRANEL (1927) referierte die Literatur

der Pseudobranchie in großen Zügen und bespricht in derselben Arbeit auch einige eigenen Untersuchungen über die Verschiebung der Pseudobranchie bei *Lepidosteus* und die pseudobranchialen Gefäße bei *Cyprinus carpio*.

### Fragestellung.

Bei der Feststellung der Homologie der Teleostierpseudobranchie hat man bis jetzt die Lage und die Blutversorgung benutzt. Das Resultat war, daß nach den meisten Forschern die Teleostierpseudobranchie der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog ist; die Blutversorgung bestimmt im großen ganzen die Homologie dieser Organe. Die Innervation ist bis jetzt wenig betrachtet worden, obgleich sie ein wichtiger Faktor zur Feststellung der Homologie ist, weil man den Verlauf der Nerven als konstant betrachtet. Der Zweck dieser Publikation ist denn auch, die Frage nicht nur mit Hilfe der Blutversorgung, sondern auch mit Hilfe der Innervation zu lösen, während wir auch versuchen wollen aufzufinden, welches die primäre und welches die sekundäre Art der Blutversorgung der Teleostierpseudobranchie darstellt.

## Deskriptiver Teil.

### I. Elasmobranchier.

#### 1. Selachier.

##### A. Gefäßverbindungen der Pseudobranchie.

###### a) Squaliformes.

Die Blutversorgung der Pseudobranchie bei den Haifischen hat JOH. MÜLLER (1839) zum ersten Male studiert; später haben HYRTL (1872), DOHRN (1885, 1886, 1890), PARKER (1886), VIRCHOW (1890), CARAZZI (1905) und ALLIS (1911, 1912) diese Gefäßverbindungen untersucht. Nach JOH. MÜLLER (1839) entspringt das zuführende Gefäß bei *Centrophorus granulosus* aus dem mittleren Teil der vorderen halben Kieme (Hyoidkieme). Die Vene ist die Fortsetzung der Arterie und verteilt sich am Kopf, Gehirn und Auge, so daß eine große Arterie ins Auge und ein anderer Zweig in den Schädel eintritt.

HYRTL (1872) beschrieb die Blutversorgung der Pseudobranchie bei *Scylium canicula* und *Scylium catulus*; er gibt eine Figur der

Kopfarterien von *Sc. canicula*. Das Gefäß, in welches die Pseudobranchie eingeschaltet ist und das aus der Mitte der Vene des Zungenbeinbogens entspringt, anastomosiert mit dem von der Carotis interna in die Augenhöhle tretenden Äste. Er nennt es Ramus anastomoticus. Einen Ast (Arteria ophthalmica) zum Auge beschrieb er nicht. Nach ihm fließt das Blut aus der Hyoidvene zur Carotis interna und ist immer arteriell. Auch beschrieb er eine arterielle Verlängerung zum Mundhöhlenboden, welche sich aus dem unteren Pol der Kreisvene des ersten Kiemensackes entwickelt. Diese Verlängerung zerfällt in zwei Zweige. Der innere versorgt u. a. die Glandula thyreoidea, der äußere folgt dem Zungenbein aus- und aufwärts, aber erreicht die Pseudobranchie nicht. Die äußere Verlängerung

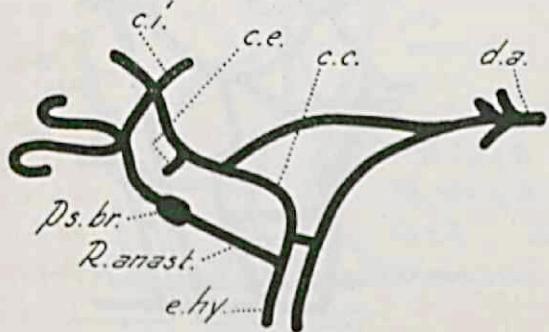


Fig. 1.

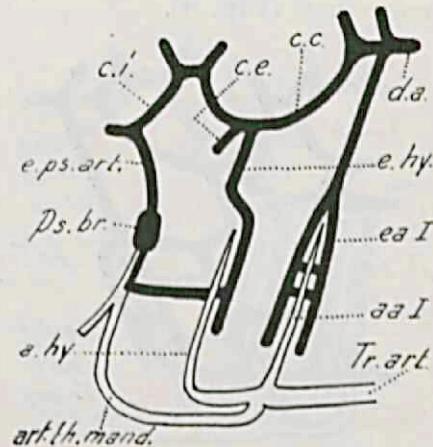


Fig. 2.

nennt er Arteria thyreomaxillaris. Bei *Squatina vulgaris* ist die Spritzlochkieme verschwunden, aber die ventrale Verlängerung des venösen Kreisgefäßes des ersten Kiemensackes bildet einen starken Ramus branchialis und dieser mündet in den R. anastomoticus ein. Von den Gefäßverbindungen der Pseudobranchie bei *Acanthias vulgaris* gibt er eine gute Abbildung (Fig. 1).

DOHRN (1885) beschrieb die Gefäßverbindungen bei Embryonen von *Pristiurus* und *Scyllium* (Fig. 2). Die vordere Hyoidvene fehlt den Selachiern; die mittlere Verbindung dieser beiden Venen ist nach vorn verlängert und mündet in eine Arterie ein, die aus der Art. hyoidea entspringt in der Nähe des Conus arteriosus. Jene Arterie nennt DOHRN Arteria thyreomandibularis und die Vereinigung der beiden Arterien Arteria spiracularis. Das abführende Gefäß der Pseudobranchie mündet in die Carotis posterior ein und wird

von DOHRN Carotis interna anterior genannt. Eine Arteria ophth. magna beschrieb er nicht.

Nach WRIGHT (1885) ist die Arteria thyreomandibularis DOHRN's bei einem *Mustelus*-Embryo von 6 cm eine Verlängerung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens und entspringt also nicht aus der Arteria hyoidea.

Im Jahre 1890 beschrieb DOHRN die pseudobranchialen Gefäße bei älteren Embryonen von *Pristiurus*, *Scyllium* und *Mustelus*. Die zuführenden Gefäße sind noch dieselben, aber das abführende Gefäß gibt jetzt einen Ast zum Auge, von DOHRN Art. choroidalis genannt (Art. ophth. magna von JOH. MÜLLER) (Fig. 3).

PARKER (1886) studierte die Kiemen und Kopfgefäße bei *Mustelus antarcticus* (Fig. 4).

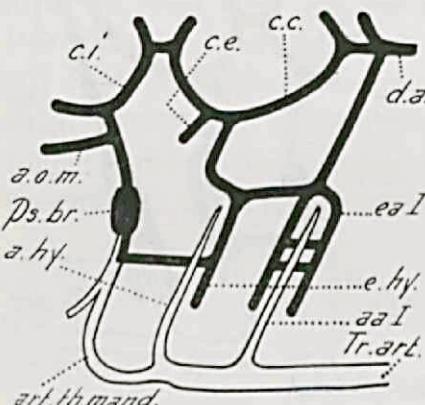


Fig. 3.

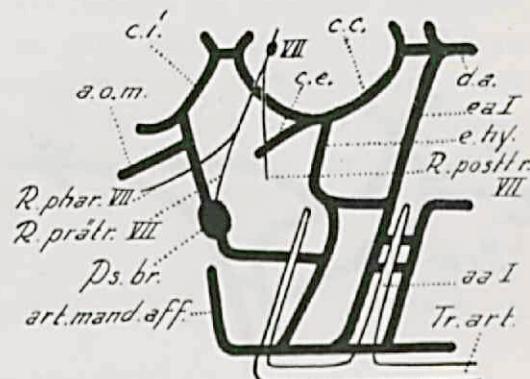


Fig. 4.

Der ventrale Teil des Mandibularbogens ist die mandibulare Arterie PARKER's. Sie ist sekundär verbunden mit dem ventralen Teil der efferenten Hyoidarterie und verbindet sich nicht mit der Pseudobranchialarterie PARKER's. Diese ist aus der transversalen Hyoideomandibular-Verbindung und dem afferenten Teil des Mandibularbogens zusammengesetzt. Der dorsale Teil des Mandibularbogens fängt bei der transversalen Anastomose an und mündet in die dorsale Aorta ein, und der Teil zwischen Pseudobranchie und der dorsalen Aorta ist das abführende Gefäß der Pseudobranchie. Das abführende Gefäß gibt einen Ast zum Auge.

CARAZZI (1905) beschrieb die Kopfarterien von *Selache maxima*, welche diejenigen von *Mustelus* ähnlich sind. Die Carotis externa (CARAZZI's Orbitalarterie) entspringt aus der Carotis posterior und teilt sich in drei Äste. Der schmalste Ast bildet einen Glomus

und von diesem Glomus entspringen zwei Arterien. Eine ist nach CARAZZI die Arteria ophthalmica magna.

ALLIS (1909) gibt aber eine andere Erklärung. Nach ALLIS teilt sich CARAZZI's Carotis anterior in der Orbita in zwei Äste: ein Ast bildet dort einen Glomus und der andere ist mit der Carotis interna (ALLIS) verbunden. Nach ALLIS entspringt auch eine Cerebralarterie aus der Carotis anterior. Der Teil der Carotis anterior, von dem der Glomus gebildet wird, ist also der Arteria ophthalmica identisch. Nach ALLIS ist der Glomus die Glandula chorioidea.

Bei *Chlamydoselachus anguineus* (ALLIS, 1911) ist die afferente Mandibulararterie sekundär verbunden mit dem ventralen Teil der efferenten Hyoidarterie. Sie verläuft an dem Hyoidbogen entlang

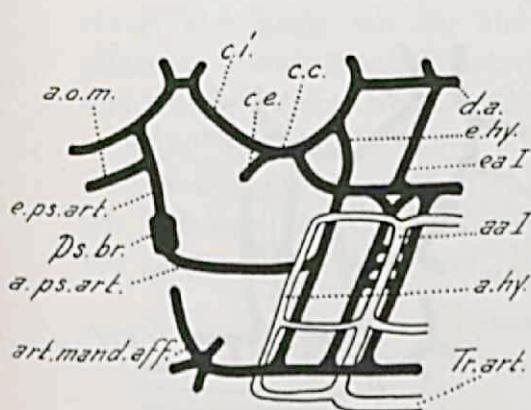


Fig. 5.

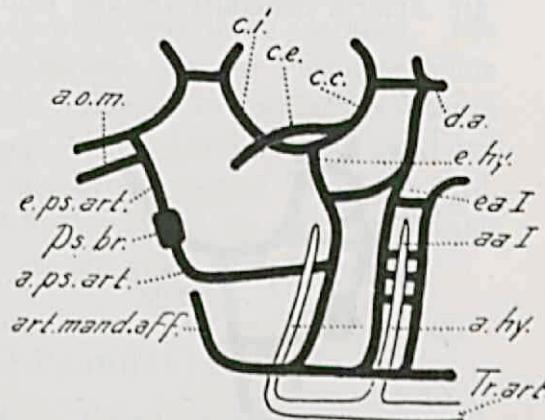


Fig. 6.

bis in die Nähe der Pseudobranchie, aber sie versorgt das Organ nicht. Die afferente Pseudobranchialarterie entspringt aus der Mitte der efferenten Hyoidarterie. Die efferente Pseudobranchialarterie mündet in die Carotis interna und gibt die Arteria ophthalmica magna zum Auge ab (Fig. 5).

Derselbe Autor (1912) studierte die pseudobranchialen Gefäße bei *Heptanchus cinereus*. Die Mandibulararterie ist auch hier sekundär mit der efferenten Hyoidarterie verbunden und liegt auch dem Hyoidbogen kranial an. Sie ist nicht mit der Pseudobranchie oder deren Gefäßen vereinigt. Die afferente Pseudobranchialarterie entspringt aus der Mitte der Hyoidepibranchialarterie, während die efferente Pseudobranchialarterie in die Carotis interna einmündet. Die efferente Pseudobranchialarterie gibt einen Ast (Arteria ophthalmica magna) zum Auge ab (Fig. 6).

## b) Rajiformes.

Nach JOH. MÜLLER (1839) sind die pseudobranchialen Gefäßverbindungen der Rochen denjenigen der Haifische ähnlich.

HYRTL (1858) hat sie näher beschrieben und gibt sehr gute Abbildungen. Bei *Torpedo narke* (Fig. 7) entspringt aus der Mitte der Hyoideibranchialarterie eine Arterie, welche zum Kiefersuspensorium verläuft. Hier teilt sie sich in zwei Zweige; einen äußeren und einen inneren. Der innere verliert sich teils in der hinteren Wand des Spritzloches. Weiter entspringt aus der Umbiegungsstelle der Carotis interna eine Arterie, welche in den Bulbus eintritt. HYRTL nennt sie Arteria ophthalmica. Diese Arteria ophthalmica ist aber die Arteria centralis retinae DOHRN'S.

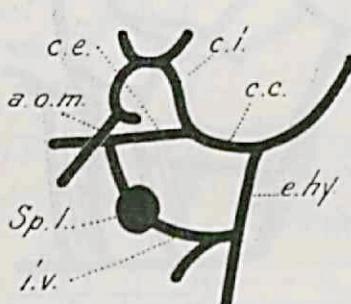


Fig. 7.

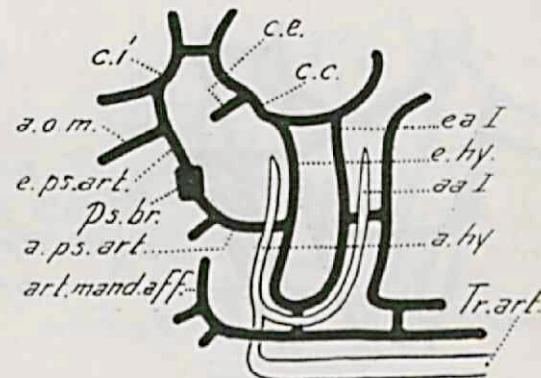


Fig. 8.

Auch ein Ast der Carotis externa verläuft zum Spritzlochkanal und endet in der „kaum mehr erkennbaren sogenannten Nebenkieme.“

ALLIS (1909) vergleicht diese Arterie mit der Arterie *K* in HYRTL's fig. V und er vermutet, daß die Arterie bei *Torpedo* nicht mit der Carotis externa, sondern mit der Arteria ophthalmica HYRTL's verbunden ist. Das Gefäß bei *Torpedo* + die proximale Hälfte der Arteria ophthalmica würde dann dem abführenden Gefäß bei *Raja* ähnlich sein, während die distale Hälfte der Arteria ophthalmica, die Arteria ophthalmica der Embryonen vertreten würde. Bei *Raja clavata* beschrieb HYRTL die pseudobranchiale Blutversorgung. Aus der Carotis interna entspringt ein Ast (*h* und *k* in fig. V HYRTL's). Diese endet in der Pseudobranchie. Sie ist mit einem Gefäß verbunden (fig. V HYRTL's), welches vom Auge herkommt. Nach HYRTL ist dieses Gefäß eine Vene und das Blut fließt vom Auge zur Pseudo-

branchie. Das abführende Gefäß (*l* und *o* fig. V HYRTL'S) mündet in die Vene der Hyoidkieme ein.

DOHRN (1885) und PARKER (1886) wenden sich gegen diese Darstellung des Blutgefäßverlaufes und schließen sich der Darstellung JOH. MÜLLER'S bei *Centrophorus granulosus* an. Auch ALLIS (1912) studierte die pseudobranchialen Gefäßverbindungen bei *Raja radiata* (Fig. 8). Im Hyoidbogen fehlt die vordere efferente Arterie und die Verbindung zwischen hinterer und verschwunden vorderer Epibranchialarterie ist nach vorn verlängert und verbindet sich mit dem dorsalen Reste der afferenten Mandibulararterie. Sie bilden zusammen das zuführende pseudobranchiale Gefäß. Die Mandibulararterie ist auch sekundär mit der äußeren lateralen Hypobranchialarterie verbunden und verläuft in der Richtung der Pseudobranchie, aber vereinigt sich nicht mit ihr und auch nicht mit ihren Gefäßen. Die efferente Pseudobranchialarterie entspringt aus der Pseudobranchie und mündet in die Carotis interna ein. Ehe sie in die Carotis interna einmündet sendet sie einen Ast zum Auge. DOHRN (1890) fand bei *Torpedo*-Embryonen, daß die Spritzlochvene ebenso angelegt wird, wie bei *Raja* und den Haifischen. Später bildet sie sich zurück und bei Embryonen von 28 mm Länge ist sie ganz verschwunden.

### B. Innervation der Pseudobranchie.

Nach JOH. MÜLLER (1839) wird die Pseudobranchie der Knorpelfische vom Trigeminus (*V*) innerviert, während die Hyoidhemibranchie vom Glossopharyngeus (*IX*) innerviert wird. GEGENBAUR (1871) hat die Kopfnerven bei *Hexanchus* untersucht und fand eine Innervation der Pseudobranchie von einem Ast des Ramus palatinus *VII*; dieser Ast ist schwach entwickelt und ist nach GORONOWITCH (1888) ein Ramus praetrematicus. Bei *Centrophorus* und *Scymnus* fand GEGENBAUR diesen Ast stärker entwickelt. Bei *Mustelus* sind nach WRIGHT (1885) zwei Nerven von Interesse für Hyoidhemibranchie und Spritzloch, d. h. der Glossopharyngeus (*IX*) und der Facialis (*VII*). Der Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus (*IX*) innerviert die Hyoidkieme; der Facialis (*VII*) teilt sich in vier Äste. Vom vierten Ast sagt WRIGHT: „Behind the orbit a few twigs, which run back to the filaments of the mandibularpseudobranch“ (Fig. 4).

ALLIS (1902) fand bei *Mustelus laevis* eine Innervation der Pseudobranchie von einer Anastomose einiger Äste des Ramus palatinus *VII*.

## II. Osteichthyes.

### A. Gefäßverbindungen der Pseudobranchie.

#### 1. Dipnoi.

##### *Ceratodus* (Fig. 9).

Beim erwachsenen Tier liegt nach GRANEL (1927) die Pseudobranchie an der medialen Seite des Operculums dorsal vor der ersten Kieme.

GREIL (1907) hat die Entwicklung der pseudobranchialen Gefäße eines *Ceratodus*-Jungfisches beschrieben. Das efferente Gefäß entsteht aus dem dorsalen Teil des Mandibularbogens.

Die Pseudobranchie ist eine Spritzlochkieme. Die Mandibular- und Hyoidaortabogen entspringen mit einem gemeinschaftlichen Stamm aus dem Truncus arteriosus.

Zwischen diesem Stamm und dem dritten Aortabogen entsteht ein Gefäß, die Anlage des ventralen Teiles der ersten efferenten Branchialarterie.

Hinter diesem Gefäß löst sich die Verbindung mit dem Truncus arteriosus; der gemeinschaftliche Stamm des ersten und zweiten Aortabogens ist jetzt nur mit der efferenten Arterie des ersten

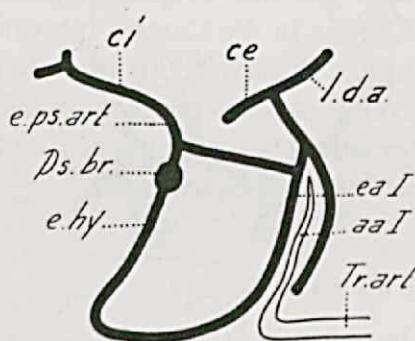


Fig. 9.

Kiembogens verbunden. Sie erhalten jetzt arterielles Blut. Die lateralen Teile der zwei vorderen Aortabogen verschwinden. Der dorsale Teil des ersten Bogens wird zur efferenten Pseudobranchialarterie, während der ventrolaterale Teil des zweiten Bogens sich sekundär verlängert und zur Pseudobranchie verläuft, welche also arterielles Blut erhält. Der Teil der dorsalen Aorta, welcher zwischen der Einmündung des Mandibular- und Hyoidbogens liegt, verschwindet, und die efferente Arterie der Pseudobranchie wird zur Arteria carotis anterior, während der dorsale Teil des Hyoidbogens zur Arteria carotis posterior (= externa) wird.

Nach ALLIS (1914) ist die Arteria orbitalis GREIL's, welche aus der Carotis interna entspringt, der Arteria ophthalmica magna der anderen Fische homolog. Sie stellt den Rest eines prämandibularen Aortabogens dar.

## 2. Teleostomi.

a) Actinopterygii.

α) Chondrostei.

### Acipenseroidea.

Fam. 1. Polyodontidae.

#### *Polyodon* (Fig. 10).

Nach ALLIS (1911) liegt die Pseudobranchie bei *Polyodon* der vorderen und lateralen Wand des Spritzloches an. Die Blutversorgung der Pseudobranchie ist von ALLIS (1911) und von DANFORTH (1912) studiert worden. Das zuführende Gefäß (die Arteria hyoidea DANFORTH'S; Arteria mandibularis ALLIS') ist die Verlängerung der efferenten Arterie des ersten Kiemenbogens. Sie durchbohrt das Hypohyale nicht und schickt beim Symplecticum einen Ast unter das Ende des Hyomandibulares hindurch. Dieser Ast ist nach ALLIS dem gleichen Gefäße bei *Amia* homolog und vertritt die Anastomose, welche bei jungen Larven Hyoid- und Mandibularbogen verbindet. Das abführende Gefäß mündet in die Carotis interna ein. Gerade vor dieser Einmündung entspringt die Arteria ophthalmica magna aus der Carotis interna und zieht zum Auge.

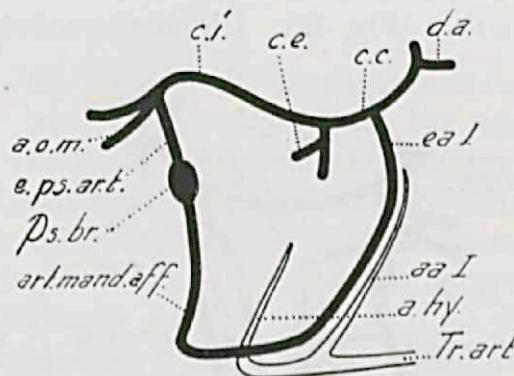


Fig. 10.

Fam. 2. Acipenseridae.

#### *Acipenser* (Fig. 11).

Die pseudobranchialen Gefäßverbindungen des Störs sind zuerst von JOH. MÜLLER (1839) beschrieben worden. Die Arterie der Operkularkieme entspringt aus der Branchialarterie des ersten Kiemenbogens; die Operkularkieme erhält also venöses Blut. Die Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens setzt sich nach vorn fort und verläuft an der kranialen Seite des Zungenbeinbogens zur Pseudobranchie. Eine zuführende Arterie, welche von der Operkularkieme entspringt, beschrieb er nicht. Das abführende Gefäß

der Pseudobranchie versorgt Auge und Gehirn; es gibt einen Ast (Arteria ophthalmica) zum Auge und einen anderen zum Gehirn. Dieser hängt mit der Carotis posterior zusammen. Auch VIRCHOW (1890) beschrieb die Verbindungen der Pseudobranchie mit den Kopfgefäßen bei *Acipenser*. Das zuführende Gefäß entsteht nach ihm aus zwei Arterien. Die eine entspringt aus dem „basalen Netz“ der Hyoidkieme und die andere aus der ventralen Verlängerung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens. Ein abführendes Gefäß der Pseudobranchie beschrieb er nicht. VIRCHOW schließt aus diesen Gefäßverbindungen, daß *Acipenser* eine Zwischenstufe zwischen Selachiern und Teleostieren bildet. Die Embryologie der pseudobranchialen Gefäße bei *Acipenser ruthenus* hat OSTROUMOFF (1908) studiert (Fig. 12). Der Embryo hat beim Ausschlüpfen u. m. zwei

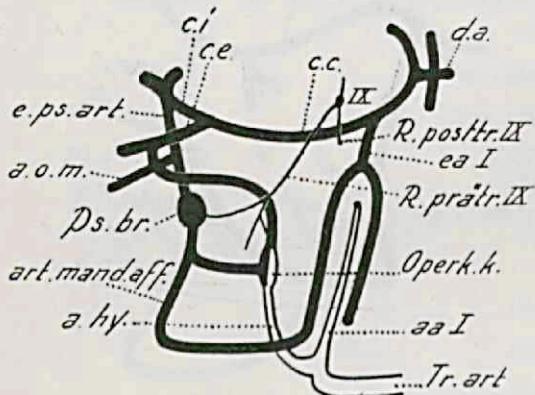


Fig. 11.

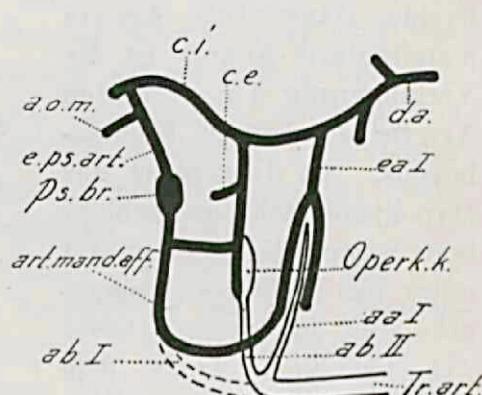


Fig. 12.

vorderen Aortabogen, welche aus dem Truncus arteriosus entspringen, d. h. den Mandibularbogen und den Hyoidbogen. Eine Anastomose verbindet sie in der Mitte miteinander. Am Ende der ersten postembryonalen Woche verschwindet die Verbindung des ersten Bogens mit dem Truncus arteriosus. Erst am Ende der zweiten Woche entsteht die Anlage der Pseudobranchie; die Operkularkieme ist schon da. Der Mandibularbogen, welcher zur Pseudobranchie verläuft, bleibt in Verbindung mit dem zweiten Bogen. Die transversale Anastomose verbindet ihn mit der efferenten Hyoidarterie. Die Pseudobranchie hat also niemals eine respiratorische Funktion. Der Teil des Mandibularbogens zwischen der Anastomose und der Pseudobranchie ist der untere Teil der dorsalen Hälfte des Mandibularbogens. Der Mandibularbogen verbindet sich sekundär mit dem ventralen Teil der dritten efferenten Arterie (= ersten efferenten

Branchialarterie). Die Pseudobranchie erhält jetzt also arterielles Blut aus der ersten wahren Kieme und aus der Operkularkieme. Das abführende Gefäß der Pseudobranchie nennt OSTROUMOFF „vordere interne Carotide“. Diese mündet, nachdem sie die Arteria ophthalmica magna an das Auge abgegeben hat, in die Carotis interna ein. Das abführende Gefäß der Pseudobranchie ist der obere dorsale Teil des Mandibularbogens.

β) Holostei.

**1. Lepidosteoidae.**

Fam. *Lepidosteidae*.

***Lepidosteus* (Fig. 13).**

Im Jahre 1844 hat schon JOH. MÜLLER die pseudobranchialen Gefäße bei *Lepidosteus* genau beschrieben. *Lepidosteus* hat eine Pseudobranchie und eine Operkularkieme, welche einander berühren. Das unpaare Ende der ersten Kiemenarterie teilt sich in zwei Äste; der eine Ast zieht zur linken, der andere zur rechten Operkularkieme. Die Operkularkieme ist also respiratorisch. Das erste zuführende Gefäß der Pseudobranchie (J. MÜLLER's Ramus opercularis) ist die Verlängerung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens nach JOH. MÜLLER, obgleich er es nicht gesehen hat. Das zweite zuführende Gefäß ist die Vene der Operkularkieme, welche sich mit der Verlängerung der Vene des ersten Kiemenbogens vereinigt. Das abführende pseudobranchiale Gefäß wird Carotis interna anterior, wie bei dem Störe. Eine Arteria ophthalmica magna beschrieb er nicht.

BOAS (1880) beschrieb das zuführende Gefäß der Operkularkieme wie JOH. MÜLLER. Die Gefäße der Pseudobranchie besprach er aber nicht. Nach ihm ist die Pseudobranchie der obere Teil der Operkularkieme und nicht eine Spritzlochkieme.

Die Gefäßverbindungen sind auch von WRIGHT (1885) beschrieben worden. Die Äste zu den Operkularkiemen findet er wie JOH. MÜLLER sie beschrieben hat, und auch die Verlängerung der ersten Epibranchialarterie fand er wie schon JOH. MÜLLER es vermutete. WRIGHT nennt diese Arterie Arteria hyoidea. Die Arteria hyoidea ist nach WRIGHT den ernährenden Arterien homolog, welche aus den efferenten Arterien entspringen. Daß die Arteria hyoidea zuerst vereinigt war mit dem Truncus arteriosus, diese Verbindung verloren hat und sich sekundär verbunden hat mit der ersten efferenten Kiemenarterie, ist nach WRIGHT nicht richtig. Sie anastomosiert mit der efferenten

Hyoidarterie, wie J. MÜLLER es beschrieben hat. Auch das abführende Gefäß beschrieb er wie JOH. MÜLLER; eine Arteria ophthalmica magna fand er nicht.

Die embryonale Gefäßentwicklung hat F. W. MÜLLER (1897) genau studiert (Fig. 14). Wenn schon drei Kiemen ausgebildet sind und die vierte angelegt ist, entstehen die Pseudobranchie und die Operkularkieme. Zuerst entsteht die Pseudobranchie ventral vom Spritzloch, das niemals nach außen durchbricht; nachher bildet sich die Operkularkieme aus. Beide Organe entstehen also getrennt voneinander. Beim Ausschlüpfen der Larven sind vier Aortenbogen ausgebildet; der erste verläuft vor, der zweite hinter der Anlage des Spritzloches. Sie münden in die laterale Aorta ein. Das zweite Gefäß ist mit dem ersten mittels einer Anastomose verbunden und

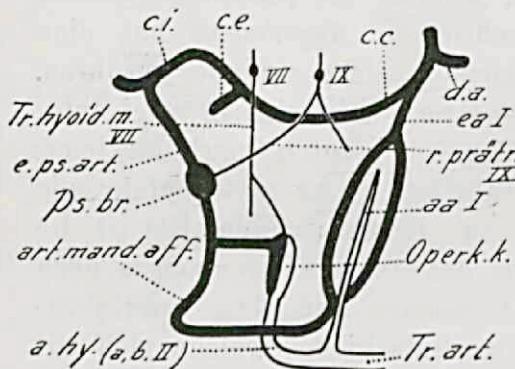


Fig. 13.

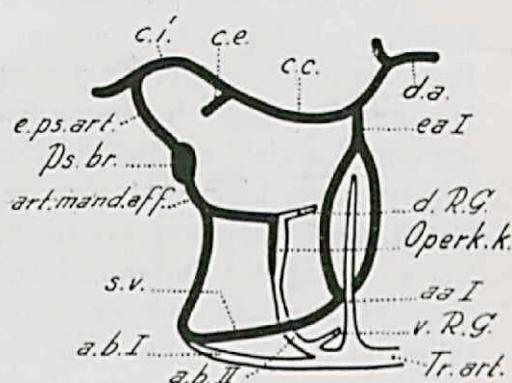


Fig. 14.

gibt auch ein „ventrales Randgefäß“ ab, das ventral im Operculum verläuft. Später entsteht auch am dorsalen Rande des Operculums ein „dorsales Randgefäß“, das in den zweiten Aortabogen einmündet. Der dorsale Teil des zweiten Bogens verschwindet bald, und das Blut fließt also in den ersten Aortabogen durch die Anastomose. Jetzt wird auch die ventrale Verlängerung der ersten wahren Epibranchialarterie angelegt. Diese Verlängerung vereinigt sich mit dem ersten Aortabogen, während die Verbindung des ersten Aortabogens mit dem Truncus arteriosus verschwindet. Die Verlängerung vereinigt sich mit dem abführenden Gefäß der Operkularkieme und bildet mit ihr zusammen den Anfang des ursprünglichen ersten Aortabogens. Dieser zieht zur Pseudobranchie, welche jetzt angelegt ist. Der dorsale Teil des ersten Aortabogens wird zur efferenten Pseudobranchialarterie, welche in die Carotis interna einmündet. Auch gibt

die efferente Pseudobranchialarterie eine Arteria ophthalmica magna zum Auge ab nach F. W. MÜLLER; in seiner Figur aber kommt sie nicht vor. Die beiden Randgefäß verschwinden. Da man nicht einig war über die Anwesenheit der Arteria ophthalmica magna bei *Lepidosteus*, hat ALLIS (1909) versucht, diese Arterie bei *Lepidosteus*-Embryonen von 55 mm aufzufinden. Es ist ihm aber nicht gelungen, und er meint, daß diese Arterie bei *Lepidosteus* nicht existiert.

## 2. Amioidei.

Fam. Amiidae.

### *Amia calva* (Fig. 15).

Die Gefäßverbindungen der Pseudobranchie sind bei *Amia* von WRIGHT (1885) zum ersten Male beschrieben worden. Seine Arteria hyoidea ist hier sehr klein und versorgt nur die Glandula thyreoidea und einige benachbarten Strukturen; die Pseudobranchie erreicht sie aber nicht. Diese erhält ihr Blut von einem Ast der Carotis externa, während ihr abführendes Gefäß nach WRIGHT nur zum Auge zieht und nicht mit der Carotis interna vereinigt ist. ALLIS hat die Entwicklung der pseudobranchialen Gefäße bei *Amia* studiert. Bei einem Embryo von 6 mm fand er einen Mandibular- (= präspirakularen) und einen Hyoid- (postspirakularen) Aortabogen. Eine Anastomose welche der ventralen Spritzlochanlage angelagert erscheint, verbindet beide Aortabögen. Bei einem Embryo von 9 mm sind diese beiden Gefäße noch festzustellen, ebenso wie auch die Anastomose, aber der Teil des postspirakularen Bogens oberhalb der Anastomose ist verschwunden. Auch die beiden „Randgefäß“, die F. W. MÜLLER bei *Lepidosteus* beschrieben hat, sind hier ausgebildet (Fig. 16). Bei Embryonen von 12 mm ist die Pseudobranchie eben angelegt. Ein Gefäß ist der ventralen Seite der Pseudobranchie angelagert; es setzt sich nach vorn und hinten zu fort. Der vordere Teil ist die efferente Pseudobranchialarterie WRIGHT's; der hintere Teil ist die afferente Pseudobranchialarterie. Die vordere Arterie vereinigt sich

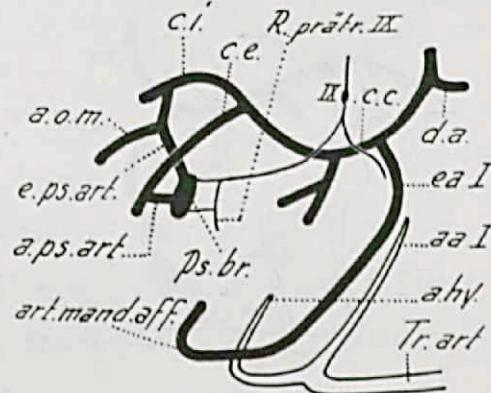


Fig. 15.

mit einem kleinen Ast der Carotis interna und tritt weiter ins Auge ein. Die afferente Pseudobranchialarterie sendet einen operkularen Ast zum Hyoidbogen und zum Operculum und verläuft selbst an dem dorsalen Teil des Mandibularbogens und am Hyoidbogen, und verbindet sich mit der efferenten Arterie des ersten wahren Kiemenbogens. Die Verbindung mit dem Truncus arteriosus ist verschwunden. ALLIS nennt sie primäre afferente Pseudobranchialarterie. Eine Verbindung der Carotis externa mit der Pseudobranchie existiert noch nicht (Fig. 16 a). Bei Embryonen von 50 mm bleibt dieser Zustand erhalten. Ein Ast der Carotis externa (sekundäre Pseudobranchialarterie nach ALLIS) ist in Bildung begriffen. Er erreicht jedoch noch nicht die Pseudobranchie; die primäre afferente Pseudobranchialarterie wird jetzt reduziert. Im Jahre 1909 beschrieb ALLIS die

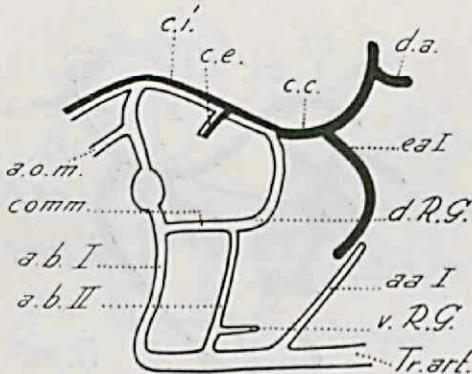


Fig. 16.

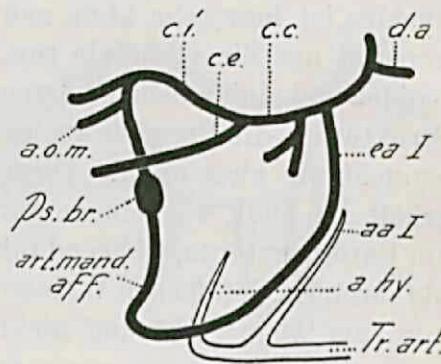


Fig. 16 a.

pseudobranchialen Gefäße bei den gnathostomen Fischen und berichtete näheres über diese Gefäße bei *Amia*. Bei den jungen Embryonen (6—10 mm) traf er eine Arteria ophthalmica magna zum Auge an. Weiterhin ist nach ihm das kleine verbindende Gefäß zwischen erstem Aortabogen und Carotis interna das dorsale Ende des ersten Aortabogens. Dieses kleine Gefäß ist zusammen mit dem proximalen Teil der efferenten Pseudobranchialarterie der Carotis interna anterior der Selachier homolog, während der distale Teil der efferenten Pseudobranchialarterie von *Amia* der Arteria ophthalmica magna der Selachier homolog ist. Die Blutversorgung der Pseudobranchie bei dem erwachsenen *Amia* ist auch von ALLIS (1912) untersucht worden (Fig. 15). Das zuführende Gefäß ist, wie WRIGHT schon bemerkt hat, ein Ast der Carotis externa, während die primäre afferente Pseudobranchialarterie keine Beziehungen mehr zur Pseudo-

branchie hat. Das abführende Gefäß zieht zum Auge, aber verbindet sich auch mit einem kleinen Gefäß der Carotis interna. Nach ALLIS bleibt auch die Anastomose zwischen Hyoid- und Mandibularbogen bei *Amia* erhalten und zwar wird sie vertreten von einem Ast der Mandibulararterie, ehe diese das Suspensorium des Unterkiefers durchbohrt.

### 3. Teleostei.

a) *Malacopterygii*.

*Salmo salar* (Fig. 17).

Die Pseudobranchie ist bei *Salmo salar* der medialen Seite und der Basis des Operculums angelagert.

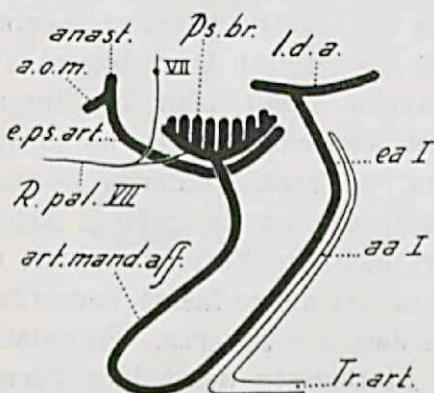


Fig. 17.

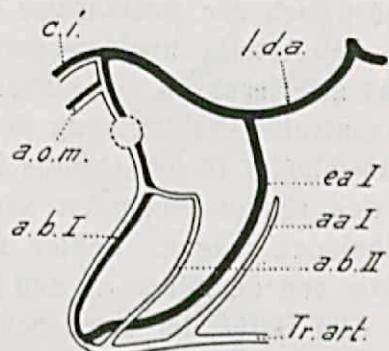


Fig. 18.

Das zuführende Gefäß ist nach ALLIS (1912) eine Verlängerung der efferenten Arterie des ersten Kiemenbogens. Er nennt es Arteria mandibularis; dieses durchbohrt das Hypophyale und verläuft auf der anterolateralen Seite des Zungenbeinbogens. Weiter durchbohrt es das Suspensorium des Unterkiefers zweimal und tritt in die Pseudobranchie ein. Das abführende Gefäß beschrieb ALLIS nicht, aber nach JOH. MÜLLER (1839) hängt es mit demselben Gefäß der anderen Seite, durch einen über dem Os basilare sphenoideum durchgehenden Zweig zusammen. Ehe es diesen Zweig abgibt, biegt das Gefäß selbst zum Auge ab und tritt ins Auge ein. Auch MAURER (1884) hat das zuführende Gefäß bei *Salmo*-Embryonen von 14 mm Länge beschrieben. Nach ihm durchbohrt das zuführende Gefäß (seine Arteria hyoidea) das Hyomandibulare. Nach ALLIS durchbohrt sie das Suspensorium des Unterkiefers, aber nicht das Hyomandibulare. Die embryonalen Gefäßverbindungen sind von

DOHRN (1886) und MAURER (1888) bei *Trutta* studiert worden (Fig. 18). Der erste Aortabogen entspringt aus dem Conus arteriosus und verläuft an der Vorderseite des Zungenbeinbogens. Im oberen Teil durchbohrt er das Suspensorium des Unterkiefers und gehört also zum Mandibularbogen. MAURER (1888) nennt das Gefäß denn auch Arteria hyo-mandibularis und DOHRN (1886) Arteria thyreospiracularis. Gerade hinter dieser Arterie entspringt der zweite Aortabogen aus dem Conus arteriosus; er verläuft an der hinteren Seite des Zungenbeinbogens und verbindet sich am oberen Ende des Zungenbeinbogens mit dem ersten Aortabogen. Auch die ventrale Verlängerung der ersten Kiemenvene vereinigt sich mit dem ersten Aortabogen. Die Anlage der Pseudobranchie erhält somit gemischtes Blut; die Pseudobranchie hat keine respiratorische Funktion. Nachher schnürt sich der gemeinsame Stamm der Arteria thyreospiracularis und der Arteria hyoideo-opercularis (= zweiten Aortabogen) vom Conus arteriosus ab. Die Pseudobranchie erhält dann ihr Blut aus der ventralen Verlängerung der ersten Kiemenvene. Das abführende Gefäß mündet in der Carotis interna (= Carotis posterior DOHRN's) ein und sendet einen Ast zum Auge; das ist die spätere Arteria ophthalmica magna. Später schnürt sich die Verbindung mit der Carotis von derselben ab und bildet zugleich eine kleine Verbindung von dem Gefäß der einen Seite, zu dem der anderen. So entsteht eine Kommunikation zwischen den Blutbahnen der beiden Pseudobranchien.

### *Clupea alosa* (Fig. 19).

Nach RATHKE (1833) kommt das Blut, welches der Pseudobranchie zuströmt, aus Kopfvenen, während das abführende Gefäß nach unten zieht und vorn zum Zungenbeinbogen gelangt und in das untere Ende der ersten Epibranchialarterie einmündet.

JOH. MÜLLER (1839) wendete sich gegen diese Darstellung des Gefäßverlaufs, weil nach ihm die Verteilung der Kräfte im Kreislauf des Blutes dagegen spricht. Die Gefäßverbindungen sind nie näher untersucht worden. Das zuführende Gefäß (die Arteria mandibularis afferens) ist die ventrale Verlängerung der ersten Epibranchialarterie. Es durchbohrt ventral den Zungenbeinbogen und verläuft längs der kranialen Seite des Zungenbeinbogens. Sie biegt dorsad, durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers und erreicht die Basis der Pseudobranchie. Hier teilt sie sich in zwei Äste,

welche der Basis der Pseudobranchie anliegen. Aus diesen Ästen geht zu jedem Kiemenblättchen ein Stämmchen ab. Das abführende Gefäß verläuft mediad und kraniad zur unteren Wand des Schädels. Lateral vom Basisphenoid gibt es einen Ast ab, welcher dorso-laterad und kraniad zum Auge verläuft, wo er ventral vom Nervus opticus in das Auge eintritt. Das Gefäß selbst anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite durch einen über dem Basisphenoid durchgehenden Zweig.

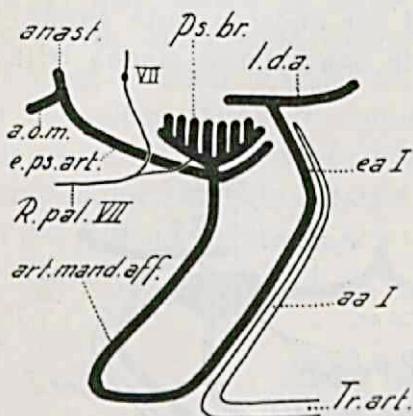


Fig. 19.



Fig. 20.

### b) Ostariophysi.

#### *Cyprinus carpio* (Fig. 20).

GRANEL (1927) hat die pseudobranchiale Blutversorgung bei *Cyprinus carpio* untersucht. Er gibt davon eine gute Abbildung. Das zuführende Gefäß ist die ventrale Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie, während das abführende Gefäß mit demselben der anderen Seite durch eine Anastomose verbunden ist; es sendet eine Arteria ophthalmica magna ins Auge.

#### *Cyprinus rutilus*.

Die pseudobranchialen Gefäßverbindungen dieses Fisches sind von JOH. MÜLLER (1839) abgebildet worden (tab. 3, fig. 12 JOH. MÜLLER'S). Das zuführende Gefäß ist die ventrale Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie. Das abführende Gefäß hängt mit seinem Partner der anderen Seite durch eine Anastomose zusammen und gibt die Arteria ophthalmica magna an das Auge ab.

*Scardinius erythrophthalmus* (Fig. 21).

Bei einem Embryo von 18 mm Länge hat MAURER (1884) das zuführende Gefäß beschrieben. Auch hier hängt es mit der ersten Epibranchialarterie zusammen, durchbohrt den ventralen Teil des Hyoidbogens und verläuft weiter nach oben an dem Hyoidbogen entlang. Es durchbohrt nach MAURER auch das Hyomandibulare. Das abführende Gefäß ist von JOH. MÜLLER (1839) beschrieben worden. Es ist mit demselben Gefäß der anderen Seite durch eine Anastomose verbunden und die Arteria ophthalmica magna tritt ins Auge ein.

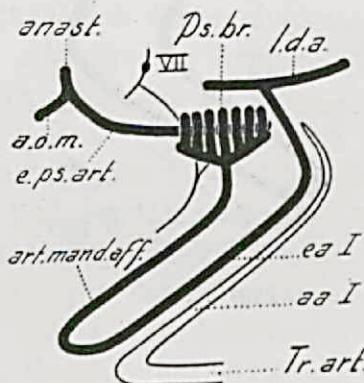


Fig. 21.

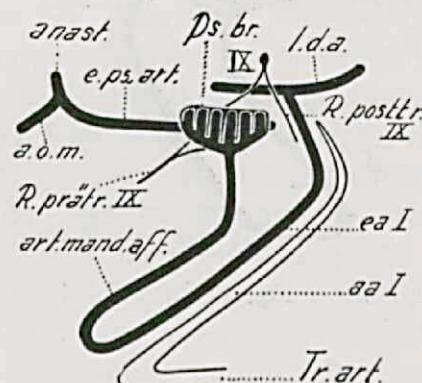


Fig. 22.

Beim erwachsenen *Scardinius* fand ich, daß das zuführende Gefäß die Fortsetzung der ventralen Verlängerung der ersten Epibranchialarterie ist und den ventralen Teil des Zungenbeinbogens durchbohrt. Es verläuft an der dorso-kranialen Seite des Zungenbeinbogens und biegt nachher dorsad. Es durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers, aber nicht das Hyomandibulare und teilt sich an der ventralen Seite der Pseudobranchie in zwei Äste. Aus diesen Ästen geht zu jedem Kiemenblättchen ein Stämmchen ab. Das abführende Gefäß ist sehr breit und verläuft unter der Schleimhaut mediodorsad und kraniad zur ventralen Seite des Schädels, wo es über dem Basiphysenoid mit demselben Gefäß der anderen Seite zusammenhängt. Es gibt die Arteria ophthalmica magna an der lateralen Seite des Basiphysenoids zum Auge ab. Diese tritt an der ventralen Fläche des N. opticus mit diesem Nerven zum Auge.

***Tinca tinca*** (Fig. 22).

*Tinca* ist bis jetzt noch nicht auf die Gefäßverbindungen der Pseudobranchie untersucht worden. Die erste Epibranchialarterie setzt sich ventral in kraniale Richtung fort und durchbohrt den ventralen Teil des Zungenbeinbogens. Sie liegt dem Zungenbeinbogen an der dorsalen und lateralen Seite an. Beim Hyomandibulare biegt sie medio-dorsad zur Pseudobranchie. Sie teilt sich hier in zwei Äste, wovon zu jedem Kiemenblättchen ein Stämmchen abgeht. Das abführende Gefäß verläuft in kranio-mediale Richtung und biegt nachher dorsad. Es anastomosiert über dem Basisphenoid mit demselben Gefäß der anderen Seite und gibt lateral vom Basisphenoid die Arteria ophthalmica magna zum Auge ab. Diese biegt zuerst in dorsale Richtung und nachher laterad. Sie zieht mit dem Nervus opticus an dessen ventrale Fläche zum Auge.

## c) Haplomi.

***Esox lucius*** (Fig. 23).

Schon JOH. MÜLLER (1839) hat bemerkt, daß bei *Esox* das zuführende Gefäß nur vom Circulus cephalicus herkommt, und daß das abführende Gefäß sich mit demselben Gefäß der anderen Seite durch eine Anastomose über dem Basisphenoid verbindet und die Arteria ophthalmica magna zum Auge sendet. MAURER (1884) hat die pseudobranchialen Gefäße und ihre Entwicklung bei *Esox* studiert. Er gibt eine gute Abbildung der Gefäße beim erwachsenen *Esox*. Die Pseudobranchie besteht nach MAURER aus zwei Reihen von Kiemenblättchen und die zu- und abführenden Gefäße sind demgemäß in zwei Äste geteilt, welche sich an ihrer Ein- resp. Austrittsstelle am vorderen medialen Ende der Pseudobranchie zu je einem Stämme vereinigen. Das zuführende Gefäß geht vom Circulus cephalicus ab und hat eine Länge von 2 mm. Das abführende Gefäß verläuft nach vorn und mediad und anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite. Es sendet die Arteria ophthalmica magna zum Auge. Diese verläuft nach vorn und außen und tritt an der unteren Fläche des Opticus mit diesem Nerv zum Auge. Bei Hechten von 11 mm Körperlänge fand MAURER (1884) zwei blutzführende Gefäße (Fig. 24). Erstens den Ast vom Circulus cephalicus und zweitens die Arteria hyoidea, welche die ventrale Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie darstellt. Sie verläuft kranial längs des Zungenbeins nach

oben, durchbohrt nach MAURER das Hyomandibulare und tritt zur Pseudobranchie. Dieses Gefäß anastomosiert in der Basis der Pseudobranchie mit dem vom Circulus cephalicus kommenden Ast. Diese Arteria hyoidea wird später reduziert. Bei Hechten von 12—13 cm fand er keine Spur mehr von dieser Arterie.

ALLIS (1912) studierte die pseudobranchialen und Carotidarterien beim erwachsenen *Esox*. Die efferente Arterie des ersten Kiembogens ist ventral nach vorn verlängert. Sie durchbohrt das Hypohyale und verläuft längs des Ceratohyales. Sie stellt den Rest der Arteria hyoidea MAURER's dar. Der Verlauf der zu- und abführenden Gefäße beschrieb er, wie MAURER ihn geschildert hat. ALLIS macht die Bemerkung, daß das zuführende Gefäß vom Circulus

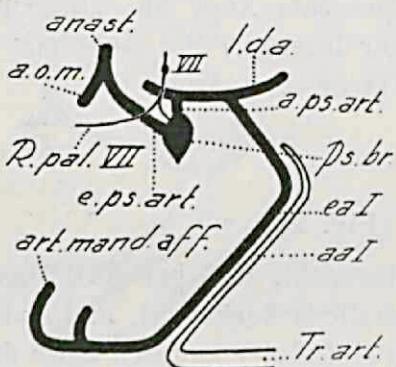


Fig. 23.

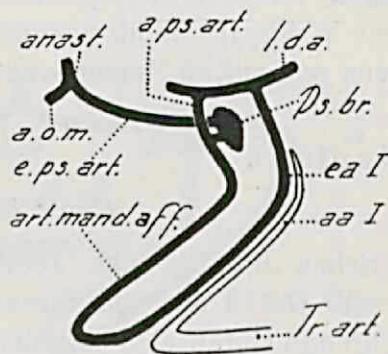


Fig. 24.

cephalicus statt vor dem Hyomandibulare hinter diesem Knochen verläuft und also keinen Teil der Mandibulararterie darstellt. Das zuführende Gefäß durchbohrt das Hyomandibulare nicht.

#### d) Anacanthini.

Die Blutversorgung der Pseudobranchie bei *Gadus callarias* ist von JOH. MÜLLER (1839) beschrieben und abgebildet worden (tab. 3, fig. 13 u. tab. 4, fig. 2 u. 3 JOH. MÜLLER'S). Die Pseudobranchie erhält ihr Blut aus zwei zuführenden Gefäßen. 1. Die Arteria hyoidea, welche aus der ventralen Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie entsteht und normal verläuft, und 2. aus einem Zweige des Circulus cephalicus, wie bei *Esox*. Beide Gefäße fließen in der Nähe der Pseudobranchie zusammen, so daß nur ein Stämmchen in das Organ eintritt. Das abführende Gefäß anastomosiert mit demselben der anderen Seite und gibt die Arteria ophthalmica magna zum Auge ab.

PARKER (1884) zeichnet in einer Figur von *Gadus morrhua* eine Arterie, welche die ventrale Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie ist und längs der kranialen Seite des Hyoidbogens verläuft. Sie sendet einen Ast nach vorn zur Pseudobranchie, welche er eine rudimentäre Hyoidkieme nennt. Das Gefäß, das vom Circulus cephalicus aus die Pseudobranchie versorgt, ist nach ihm der dorsale Teil seiner Hyoidarterie. Nach BOULENGER (1904) ist die Pseudobranchie eine spirakuläre Pseudobranchie. In seiner Figur deutet er sie jedoch mit den Buchstaben hy. ps. an. Das zuführende Gefäß aus dem Circulus cephalicus ist nach ihm die efferente Hyoidarterie. Das erste zuführende Gefäß (= Arteria hyoidea) beschrieb er wie PARKER. ALLIS (1912) hat die pseudobranchialen Gefäße bei *Gadus aeglefinus* beschrieben (Fig. 25). Die Fortsetzung der ventralen Verlängerung der ersten Epibranchialarterie (seine Arteria mandibularis) verläuft nach vorn und durchbohrt das Hypophyale. Sie verläuft an dem Hyoidbogen entlang, durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers und tritt zur Pseudobranchie. Ehe sie in die Pseudobranchie eintritt, verbindet sie sich mit einem Ast, der vom Circulus cephalicus kommt. ALLIS nennt ihn sekundäre afferente Pseudobranchialarterie. Dieser Ast ist nach PARKER das dorsale Ende seiner Hyoidarterie (= afferenten Mandibulararterie) und nach BOULENGER der dorsale Teil der efferenten Arterie des Hyoidbogens. ALLIS (1912) hat gezeigt, daß diese Arterie nichts mit dem dorsalen Ende der Mandibular- oder Hyoidarterie zu schaffen hat, sondern eine sekundäre Verbindung darstellt. Die efferente Pseudobranchialarterie verläuft nach oben und vorn und anastomisiert mit demselben Gefäß der anderen Seite über dem Basisphenoid. Sie sendet die Arteria ophthalmica magna zum Auge.

e) Acanthopterygii.

*Perca fluviatilis* (Fig. 26).

Dieser Fisch ist bis jetzt noch nicht auf die pseudobranchialen Gefäßverbindungen untersucht worden. Die ventrale Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie durchbohrt nach vorn den ventralen

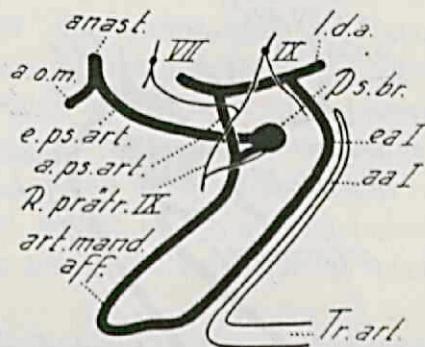


Fig. 25.

Teil (Hypophyale) des Zungenbeinbogens und verläuft längs der kranialen Seite dieses Bogens (Arteria mandibularis afferens). Sie biegt dorsad beim Hyomandibulare und durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers. In der Nähe der Pseudobranchie vereinigt sie sich mit einem Ast der Carotis externa. Das gemeinschaftliche Gefäß verläuft zur Pseudobranchie und teilt sich an deren ventralen Seite in zwei Äste, welche kleine Stämmchen in die Kiemenblättchen schicken. Die Carotis externa verläuft zuerst dorsad und biegt nachher ventro-laterad. Aus ihr entspringt der genannte Ast zur Arteria mandibularis afferens. Das abführende Gefäß verläuft kranio-mediad und anastomisiert mit demselben Gefäß der anderen Seite über dem Basisphenoid. Lateral vom Basisphenoid biegt das Gefäß zum Auge und tritt mit dem Nervus opticus ins Auge ein.

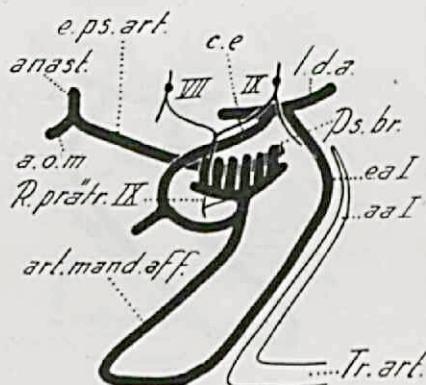


Fig. 26.



Fig. 27.

### *Lucioperca sandra.*

*Lucioperca* ist von JOH. MÜLLER (1839) auf die pseudobranchiale Blutversorgung untersucht worden. Eine Abbildung fehlt. Die Arteria hyoidea opercularis (= Arteria mandibularis afferens) hat den gewöhnlichen Verlauf und anastomosiert mit einem zuführenden operkularen Ast der Carotis externa beim Operculum. Es entsteht also nach JOH. MÜLLER ein Circulus cephalicus lateralis. Das abführende Gefäß hat den gewöhnlichen Verlauf.

### *Scomber scomber.*

Im Jahre 1903 hat ALLIS die pseudobranchiale Blutversorgung nur teilweise beschrieben. Die Carotis externa ist von ihm nur unvollständig beschrieben worden. Eine Verbindung der Carotis externa mit der Arteria mandibularis afferens fand er nicht. Die Arteria

mandibularis afferens entspringt aus dem antero-ventralen Ende der ersten Epibranchialarterie und setzt sich in kraniale Richtung fort. Sie durchbohrt das Hypophyale und verläuft längs der kranialen Seite des Zungenbeinbogens. Am oberen Ende des Ceratohyales biegt sie dorsad und liegt da zwischen zwei Knochenfortsätzen des Metapterygoids; sie bildet dort also eine branchiale Arterie dieses Bogens. Sie durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers. Dann tritt sie in die Pseudobranchie ein. Die efferente Pseudobranchialarterie verläuft kraniad an der lateralen Seite des Schädels entlang und tritt ins Auge ein. Wenn sie die äußere Ecke der orbitalen Öffnung des Augenmuskelkanals durchzieht, geht sie eine schwache Verbindung mit der Carotis interna an nach ALLIS. JOH. MÜLLER (1839) beschrieb das abführende Gefäß. Nach ihm hat es den normalen Verlauf, wie bei den übrigen Teleostiern. In seiner Studie über die Pseudobranchial- und Carotidarterien der gnathostomen Fische (1909; p. 118 u. 119) kommt ALLIS noch einmal auf *Scomber* zurück. Die Verbindung der Arteria ophthalmica magna mit der Carotis interna besteht nach ALLIS nicht; seine früheren Beobachtungen beruhen also auf einem Irrtum. Ein Ästchen der Orbitonasalararterie legt sich aber der Arteria ophthalmica magna an. Eine Anastomose der efferenten Pseudobranchialarterien beider Seiten beschrieb ALLIS nicht.

In seiner Studie zu „The cranial anatomy of the mail-cheeked fishes“ (1909) beschrieb ALLIS den weiteren Verlauf der Carotis externa und den Ast dieser Arterie, welcher sich mit der Arteria mandibularis afferens vereinigte.

Ich habe *Scomber scomber* noch einmal auf seine pseudobranchialen Gefäßverbindungen untersucht (Fig. 27) und finde die Arteria mandibularis afferens und den Ast der Carotis externa, wie ALLIS sie beschrieben hat. Die Carotis externa verläuft in dorsale Richtung, biegt kraniad und nachher laterad und ventrad. Von ihr zweigt ein Ast zur Arteria mandibularis afferens ab und verbindet sich mit ihr. Das gemeinschaftliche zuführende Gefäß der Pseudobranchie teilt sich an der ventralen Seite der Pseudobranchie in zwei Äste; aus diesen Ästen geht zu jedem Kiemenblättchen ein Stämmchen ab. Das abführende Gefäß finde ich, wie JOH. MÜLLER (1839) es beschrieben hat. Es verläuft von der Pseudobranchie aus in kranio-mediale Richtung und anastomisiert mit demselben Gefäß der anderen Seite durch eine Anastomose über dem Basisphenoid. Die Arterie biegt weiter in dorso-laterale Richtung zum Auge und tritt ventral

vom N. opticus in das Auge ein. Ein Ästchen von der Orbitonasalarterie zur Arteria ophthalmica magna habe ich nicht gefunden.

### *Ophiodon.*

ALLEN (1905) bespricht detailliert die pseudobranchialen Gefäßverbindungen bei *Ophiodon*. Die Arteria hyoidea (= Arteria mandibularis afferens) ist die Fortsetzung der ersten efferenten Epibranchialarterie. Sie verläuft längs der dorsalen Seite des Zungenbeinbogens und kreuzt das Praeoperculum. Sie geht durch ein Foramen, das vom Hyomandibulare, Praeoperculum und Quadratum gebildet wird und anastomisiert mit der „Facialismandibularisarterie“. Sie gibt einige Äste ab um dann weiter als Arteria branchiostega zu verlaufen. Sie geht nach ALLEN also nicht zur Pseudobranchie und endet dort, wo die Mandibulararterie aus ihr entspringt. Die Carotis externa biegt in kranio-dorsale Richtung und nachher dem Hinterrande der Orbita entlang. Später biegt sie ventro-caudad und verbindet sich mit der Arteria hyoidea. Die Carotis externa gibt einen Ast zur Pseudobranchie, welcher sich in zwei Äste teilt. Aus diesen Ästen tritt in jedes Kiemenblättchen ein Stämmchen ein. ALLEN nennt den Teil zwischen der efferenten Pseudobranchialarterie und der Arteria mandibularis einen Teil der Carotis externa, weil bei *Ophiodon* dieser Teil sehr breit, die Hyoidarterie hingegen schmal ist; das Blut fließt also in die Arteria mandibularis statt zur Pseudobranchie. Nach ALLIS (1909) ist diese Deutung falsch, weil ihrer Entwicklung nach die Arterie zur Pseudobranchie zweifellos die Arteria hyoidea (= Arteria mandibularis afferens) darstellt. Das abführende Gefäß verläuft in dorso-kraniale Richtung und anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite. Das Gefäß biegt dorsad und tritt in das Auge ein.

### *Anoplopoma* (Fig. 28).

*Anoplopoma* ist auch von ALLEN (1905) beschrieben worden. Die Hyoidarterie (= Arteria mandibularis afferens) entspringt aus der ventralen Verlängerung der ersten Epibranchialarterie und verläuft längs der dorsalen Seite des Hyoidbogens nach oben. Sie verbindet sich mit einem Ast der Carotis externa, welcher direkt aus der Carotis externa bei ihrem Ursprung aus der ersten Epibranchialarterie entspringt. Das abführende Gefäß beschrieb ALLEN nicht.

***Scorpaena.***

ALLIS (1909) beschrieb die Blutversorgung der Pseudobranchie bei *Scorpaena*. Die Carotis externa entspringt aus der Carotis communis und biegt dorso-kranial. Einige Äste entspringen aus ihr. Dann verbindet sie sich mit der Arteria mandibularis afferens. Diese verläuft längs der dorsalen Seite des Hyoidbogens. Sie ist die Fortsetzung der ventralen Verlängerung der ersten Epibranchialarterie; sie verläuft zur Pseudobranchie. Die efferente Pseudobranchialarterie anastomosiert mit derselben Arterie der anderen Seite durch eine Anastomose und gibt die Arteria ophthalmica magna zum Auge.

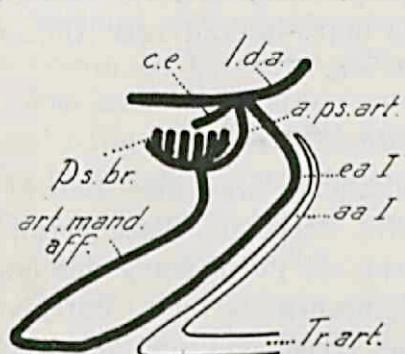


Fig. 28.



Fig. 29.

***Cottus octodecimspinosus.***

ALLIS (1909) hat diesen Fisch auf die pseudobranchialen Gefäßverbindungen untersucht. Er beschreibt nur kurz, daß diese Gefäßverbindungen denjenigen von *Scorpaena* ähnlich sind.

Weiter sind von ALLIS (1909) *Sebastes dactylopterus*, *Trigla hirundo*, *Peristedion cataphractum* und *Dactylopterus volitans* studiert worden. Auch hier sind die Arteria mandibularis afferens und die Carotis externa zuführende Gefäße; eine nähere Beschreibung gibt ALLIS nicht.

***Trigla hirundo* (Fig. 29).**

Dieser ist von mir auf die pseudobranchiale Blutversorgung untersucht worden. Es gibt zwei zuführende Gefäße: 1. Die ventrale Fortsetzung in kraniale Richtung der ersten Epibranchialarterie, welche das Hypohyale durchbohrt. Sie verläuft längs der dorsalen und lateralen Seite des Zungenbeinbogens distal und biegt nachher

mediodorsad zur Pseudobranchie (Arteria mandibularis afferens). 2. Ein Ast der Carotis externa. Die Carotis externa verläuft zuerst dorsad, dann in kranio-laterale Richtung und nachher ventrad. Sie verbindet sich mit der Arteria mandibularis afferens und der gemeinschaftliche Stamm verläuft zur Pseudobranchie, wo er sich in zwei kleinere Äste teilt. Von diesen Ästen geht zu jedem Kiemenblättchen ein zuführendes Stämmchen ab. Das abführende Gefäß entsteht aus zwei abführenden Ästen, welche das Blut von den Kiemenblättchen erhalten, aus den abführenden Stämmchen der Kiemenblättchen. Das abführende Gefäß verläuft in kranio-mediale Richtung und anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite durch eine Anastomose über dem Basisphenoid. Lateral vom Basisphenoid biegt die abführende Arterie dorso-laterad zum Auge und tritt ventral vom N. opticus ins Auge ein.

### *Anarrhichas lupus* (Fig. 30).

Die Blutversorgung der Pseudobranchie war bei *Anarrhichas* bis jetzt noch nicht bekannt. Das Blut fließt der Pseudobranchie durch zwei Gefäße zu. Die ventro-kraniale Fortsetzung der ersten

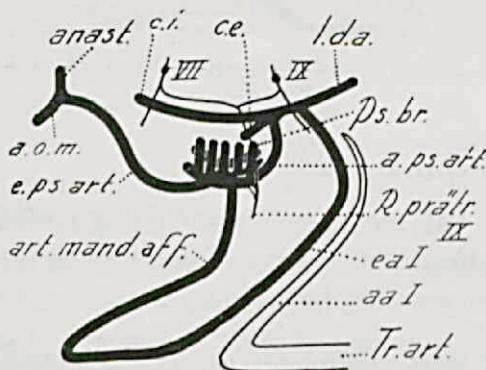


Fig. 30.

Epibranchialarterie durchbohrt das Hypophyale und die Arterie (= Arteria mandibularis afferens) verläuft an der lateralen Seite des Zungenbeinbogens. Beim Hyomandibulare biegt sie dorsad und durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers. Sie verläuft zur Pseudobranchie. In der Nähe der Pseudobranchie verbindet sie sich mit einem Aste der Carotis externa. Dort, wo die Carotis communis sich

in die Carotis interna und externa teilt, geht von der Carotis externa ein Ast ab. Er verläuft laterad zur Pseudobranchie, wo er sich mit der Arteria mandibularis afferens verbindet. Das gemeinschaftliche Gefäß versorgt die Pseudobranchie. Das abführende Gefäß entsteht aus zwei Ästen, in welche die abführenden Stämmchen der Kiemenblättchen einmünden. Es verläuft zur Basis des Schädels und biegt dort in kraniale Richtung. Es anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite über dem Basisphenoid und

gibt die Arteria ophthalmica magna zum Auge. Diese biegt zuerst laterad, nachher dorsad und tritt an der caudalen Seite des N. opticus ins Auge ein.

### *Trachinus draco* (Fig. 31).

Auch hier geschieht die Blutversorgung der Pseudobranchie von denselben zwei Gefäßen, d. h. von der Arteria mandibularis afferens und von einem Ast der Carotis externa. Die erste Arterie ist die Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie und durchbohrt das Hypohyale. Sie verläuft längs der dorso-lateralen Seite des Zungenbeinbogens in caudale Richtung. Sie biegt dorsad, durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers und vereinigt sich an der ventralen Seite der Pseudobranchie mit dem Aste der Carotis externa. Die Carotis externa verläuft dorsad, biegt nachher kraniad und latero-ventrad. Sie vereinigt sich, wie gesagt, mit der Arteria mandibularis afferens. Das gemeinschaftliche Gefäß zieht zur Pseudobranchie und teilt sich an deren Basis in zwei Äste, aus welchen die zuführenden Stämmchen der Kiemenblättchen entspringen. Das abführende Gefäß verläuft zum Basi-sphenoid und anastomosiert über diesem Knochen mit demselben Gefäß der anderen Seite. Das Gefäß gibt die Arteria ophthalmica zum Auge ab.

#### f) Heterosomata.

### *Rhombus maximus* (Fig. 32).

Bei *Rhombus maximus* fand ich nur ein zuführendes Gefäß, d. h. die Arteria mandibularis afferens. Sie stellt die kraniale ventrale Fortsetzung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens dar und durchbohrt den Hyoidbogen ventral. Sie verläuft längs der kranialen Seite des Hyoidbogens und biegt kranial vom Hyomandibulare in dorsale Richtung. Am unteren Drittel des Hyomandibulares gibt sie einen Ast zur Pseudobranchie ab. Dieser Ast teilt sich an der ventralen Seite der Pseudobranchie in zwei Äste, welche die zuführenden Stämmchen in die Kiemenblättchen schicken. Das

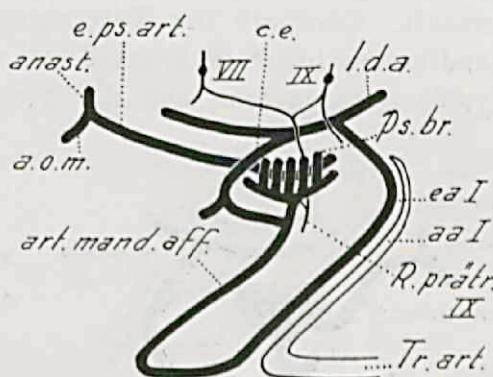


Fig. 31.

abführende Gefäß entsteht aus zwei Ästen, welche das Blut aus den abführenden Stämmchen der Kiemenblättchen erhalten. Das abführende Gefäß verläuft in kranio-mediale Richtung zur Basis cranii und nachher kraniad an der lateralen Seite des Schädels entlang. Sie anastomosiert mit demselben Gefäß der anderen Seite, während die Arterie sich in kranio-laterale Richtung fortsetzt und ins Auge eintritt.

Bei Embryonen von *Solea variegata* und *Pleuronectes platessa* studierte BERRILL (1925) die pseudobranchialen Gefäßverbindungen (Fig. 33). Aus der ventralen Aorta entspringt die afferente Hyoidarterie, welche längs der ventralen Seite des Ceratohyales nach oben verläuft. Oberhalb der Vereinigung des Epiphyales mit dem Hyomandibulare biegt sie kraniad und verbindet sich mit der efferenten Hyoidarterie, welche aus der ventralen Aorta vor der afferenten

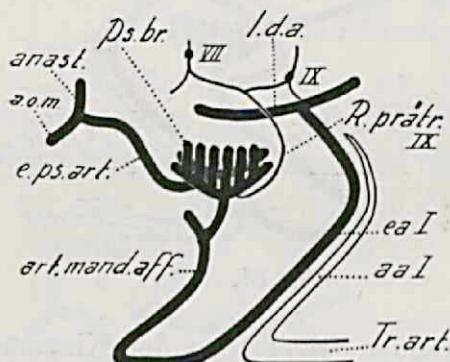


Fig. 32.

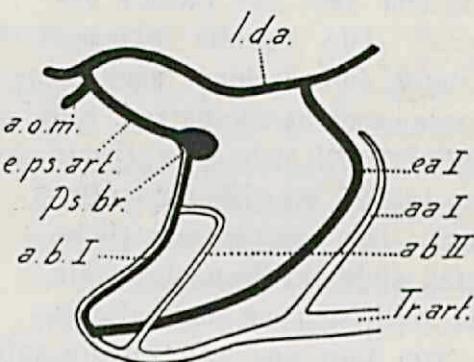


Fig. 33.

Hyoidarterie entspringt und an der kranialen Seite des Hyoidbogens verläuft. Das gemeinschaftliche Gefäß verläuft längs der Vorderseite des Hyomandibulare zur Pseudobranchie. Das efferente pseudobranchiale Gefäß verläuft in dorsale Richtung und mündet in den Circulus cephalicus ein. Später dringen die erste efferente Branchialarterie und die efferente Hyoidarterie ventral vor und verwachsen. Die Verbindung der efferenten Pseudobranchialarterie mit dem Circulus cephalicus verschwindet und das efferente Gefäß tritt ins Auge ein (Arteria ophthalmica magna). Die Pseudobranchie hat bis nach der Metamorphose eine respiratorische Funktion und erhält Blut, das aus zwei venösen und einem arteriellen Teil zusammengesetzt ist. Beim erwachsenen Tier findet keine Respiration mehr statt. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut aus der ersten Epibranchialarterie. Die zwei venösen Gefäße sind ver-

schwunden. Die afferente Arterie ist die Fortsetzung der ersten Epibranchialarterie und verläuft längs der kranialen Seite des Hyoidbogens zur Pseudobranchie.

### g) Pediculati.

***Lophius piscatorius*** (Fig. 34).

Die Pseudobranchie erhält ihr Blut aus zwei Gefäßen. 1. Die kranio-ventrale Verlängerung der ersten Epibranchialarterie, welche den Hyoidbogen ventral durchbohrt und an der dorsalen Seite dieses Bogens verläuft. Sie durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers und vereinigt sich mit: 2. dem zweiten zuführenden Gefäß, d. h. dem Aste der Carotis externa. Er verläuft in kranio-dorsale Richtung und biegt nachher laterad. Das gemeinschaftliche zuführende Gefäß zieht zur Pseudobranchie und teilt sich in zwei Äste, von denen die zuführenden Stämmchen der Kiemensplättchen abgehen. Das abführende Gefäß zieht in mediale Richtung und gibt, ehe es sich mit dem efferenten pseudobranchialen Gefäß der anderen Seite über dem Basisphenoid durch eine Anastomose verbindet, die Arteria ophthalmica magna in dorsale Richtung ab. Diese biegt bald laterad und tritt an der caudalen Seite des N. opticus ins Auge ein.

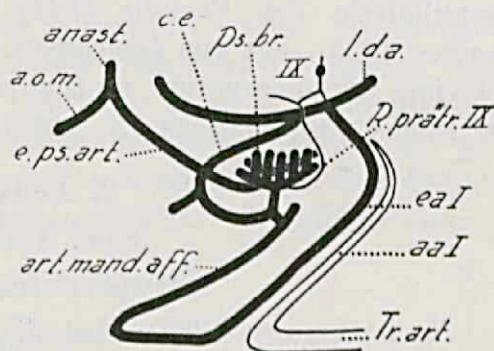


Fig. 34.

## B. Innervation der Pseudobranchie.

## **Teleostomi.**

a) Actinopterygii.

**α) Chondrostei.**

## **Acipenseroidea.**

### Fam. Acipenseridae.

*Acipenser* (Fig. 11).

Die Kopfnerven sind bei *Acipenser* von GORONOWITCH (1888) studiert worden. Nach ihm wird die Pseudobranchie vom Ramus anterior glossopharyngei (IX) innerviert. Der Ramus anterior facialis (VII) fehlt dem Störe. VAN WIJHE (1882) untersuchte die

Kopfnerven der Ganoiden und fand, daß der Glossopharyngeus (*IX*) sich in vier Äste teilt. Zwei dieser Äste vertreten den Ramus anterior *IX* und innervieren u. a. die Operkularkieme.

β) Holostei.

### 1. Lepidosteoidei.

Fam. Lepidosteidae.

*Lepidosteus* (Fig. 13).

WRIGHT (1885) beschrieb die Innervation der Pseudobranchie bei *Lepidosteus*. Diese wird innerviert vom Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus (*IX*), während ein Ast des Truncus hyoideo-mandibularis des Facialis (*VII*) die Operkularkieme innerviert. NORRIS (1925) sagt von *Lepidosteus*: „Wright is doubtless correct in deriving the innervation of the pseudobranch in *Lepidosteus* from the ramus pretrematicus *IX*, but I am unable to demonstrate it.“

### 2. Amioidei.

Fam. Amiidae.

*Amia calva* (Fig. 15).

Nach WRIGHT (1885) wird die Pseudobranchie bei *Amia* vom Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus (*IX*) innerviert. Nach ihm endet der praetrematische Ast in der Pseudobranchie. ALLIS (1897) fand den Ramus praetrematicus *IX* in der Nähe der Pseudobranchie, aber er sah keinen Ast in die Pseudobranchie eintreten, während auch der Ramus pharyngeus *IX*, welcher unweit der Pseudobranchie verläuft, die Pseudobranchie nicht innerviert. Auch die anderen Äste des Glossopharyngeus innervieren die Pseudobranchie nicht. In seiner Studie zu den Kopfnerven der Ganoiden behauptet NORRIS (1925), daß der Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus die Pseudobranchie von *Amia* innerviert, obgleich er keine Ästchen dieses Nerven in die Pseudobranchie eintreten sah. Er fand aber zwei Ästchen des Ramus praetrematicus *IX* in der Nähe der Pseudobranchie und hieraus schloß er, daß die Pseudobranchie vom Ramus praetrematicus *IX* innerviert wird.

### 3. Teleostei.

Nach JOH. MÜLLER (1839) wird die Pseudobranchie der Knochenfische vom Operkularast des Trigeminus (*V*) innerviert, während GRANEL (1927) schreibt: „C'est, en effet, le facial qui est le nerf de la première fente branchiale et qui fournit, par sa portion pré-

trématique, un rameau à la branchie de cette fente, c'est à dire à la pseudobranchie. Ce rameau naît du facial avant le départ des filets musculaires.“ Nach BüTSCHLI findet die Innervation der Pseudobranchie vom Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus (IX) statt. Bis jetzt ist die Innervation der Pseudobranchie noch sehr ungenügend untersucht worden, wie es die systematische Behandlung zeigen wird.

### a) Malacopterygii.

#### *Salmo salar* (Fig. 17).

Der Facialis (VII) gibt, nachdem er den Schädel verlassen hat, einen Ast ab, welcher in ventrale Richtung verläuft und nachher kraniad biegt längs der medianen Seite des Schädels (Ramus palatinus VII = R. pharyngeus VII). Dort, wo er in kraniale Richtung abbiegt, gibt er einen Ast zur Pseudobranchie ab. Dieser Ast teilt sich in zwei kleineren Äste an der ventralen Seite der Pseudobranchie, von welchen in jedes Kiemenblättchen ein Ästchen eintritt.

#### *Clupea alosa* (Fig. 19).

Auch hier verläuft der R. palatinus (= pharyngeus) VII in ventrale Richtung und biegt nachher kraniad. Er verläuft etwa lateral vom Basisphenoid. In der Nähe der Pseudobranchie gibt er ein Ästchen zur Pseudobranchie.

### b) Ostariophysi.

#### *Cyprinus carpio* (Fig. 20).

Die Pseudobranchie liegt auf dem Truncus hyomandibularis VII. Ich fand jedoch keinen Facialisast zur Pseudobranchie. Der R. praetrematicus IX verläuft über der Pseudobranchie und gibt in der Nähe, wo er sich vom übrigen Glossopharyngeus abzweigt, ein Ästchen zur Pseudobranchie ab.

#### *Scardinius erythrophthalmus* (Fig. 21).

Wo der Facialis (VII) aus dem Schädel austritt, gibt er den Truncus hyoideo-mandibularis ab. An der Abzweigungsstelle des Tr. hyoideo-mandibularis entspringt aus ihm ein Ast, welcher in ventrale Richtung zur ventralen Seite der Pseudobranchie verläuft und sich weiter kraniad fortsetzt. Er gibt ein Ästchen an die Pseudobranchie ab, von welchem kleine Zweige in die Blättchen gehen.

*Tinca tinca* (Fig. 22).

Der R. praetrematicus des Glossopharyngeus (*IX*) verläuft über der Pseudobranchie und gibt an deren ventralen Seite ein Ästchen zur Pseudobranchie ab, das sich in der Pseudobranchie verzweigt.

c) *Haplo mi.**Esox lucius* (Fig. 23).

Der R. palatinus des Facialis (*VII*) verläuft zuerst in ventrale, darauf in kraniale Richtung. Dort wo er kranial abbiegt, geht von ihm ein Ästchen zur Pseudobranchie ab, das sich in zwei feineren Ästchen teilt. Jedes Ästchen versorgt eine Reihe von Kiemenblättchen; die Pseudobranchie ist hier aus zwei Reihen von Blättchen zusammengesetzt.

d) *Anacanthini.**Gasterosteus aeglefinus* (Fig. 25).

Der Glossopharyngeus (*IX*) teilt sich bei seinem Austritt aus dem Schädel in einen R. post- und praetrematicus. Der Ramus posttrematicus zieht zum ersten Kiemenbogen und der R. praetrematicus verläuft längs der lateralen Seite des Schädels bis an den Hyoidbogen. Dort biegt er in ventro-laterale Richtung und zieht längs der kranialen Seite der Pseudobranchie. Er teilt sich in einige Äste. Der Ast, welcher am meisten lateral liegt, zieht zur ventralen Seite der Pseudobranchie, wo er ein kleines Ästchen zu einem Teil der Pseudobranchie schickt. Dieser Ast innerviert zusammen mit dem Ästchen die Pseudobranchie. Vom Facialis (*VII*) verläuft ein anastomosierender Ast zum R. praetrematicus *IX*. Beim letzten teilt er sich in zwei kleineren Äste. Einer zieht zum genannten lateralen Ast des R. praetrematicus *IX* und der andere zu einem anderen Ast des R. praetrematicus *IX*.

e) *Acanthopterygii.**Perca fluviatilis* (Fig. 26).

Der Glossopharyngeus (*IX*) biegt beim Austritt aus dem Schädel in ventro-kraniale Richtung und bildet sein Ganglion. Aus diesem Ganglion entspringen der Ramus post- und praetrematicus. Der R. posttrematicus zieht zum ersten Kiemenbogen, während der Ramus praetrematicus in kraniale Richtung verläuft und sich mit einem Ast, welcher vom Facialis herkommt, verbindet. Der Ramus praetre-

*maticus IX* biegt ventrad zur Pseudobranchie. Er gibt ein Ästchen an die Pseudobranchie ab, das sich in zwei kleineren Ästchen teilt, welche feine Zweige an die Blättchen abgeben.

### *Scomber scomber* (Fig. 27).

Die Innervation der Pseudobranchie bei *Scomber* ist von ALLIS (1903) untersucht worden. Der N. glossopharyngeus (*IX*) entspringt aus dem Gehirn zwischen dem N. vagus (*X*) und dem N. acusticus (*VIII*). Er verläuft nach hinten und laterad. Er biegt scharf kraniad und zugleich laterad und durchbohrt den Schädel. Nachher tritt er in sein Ganglion ein. Aus der distalen Seite des Ganglions entspringt ein Ast, welcher sich bei einigen Arten in einen vorderen und hinteren Ast teilt; bei anderen Arten entspringen diese Äste getrennt voneinander aus dem Ganglion. Der vordere Ast verläuft nach vorn längs der lateralen Seite des Schädels und biegt bei einigen Arten nach unten ab. Er vereinigt sich mit einem Ast, der vom Facialis herkommt. Bei anderen Arten teilt der Glossopharyngeus (*IX*) sich in zwei Äste. Der eine Ast verläuft gleich nach vorn und der andere nach unten. Beide Äste vereinigen sich mit dem Ast des Facialis. Der erste Ast (= R. pharyngeus) verläuft kraniad und der andere (R. praetrematicus) kaudad. Der R. praetrematicus *IX* verläuft zur Vorderseite der Pseudobranchie, wo er sich in zwei Äste teilt. Einer verläuft längs der ventralen Seite der Pseudobranchie und innerviert die Pseudobranchie. Die Anastomose wird JACOBSON'sche Anastomose genannt. ALLIS äußert sich nicht genau über die Innervation der Pseudobranchie, d. h. von welchen Nerven die Pseudobranchie innerviert wird.

### *Scorpaena.*

Nach ALLIS (1909, p. 89) vereinigt sich ein Ast des Facialis (*VII*) eines *Scorpaena*-Embryos von 55 mm mit dem R. praetrematicus des Glossopharyngeus (= JACOBSON'sche Anastomose). Diese Anastomose biegt zur Pseudobranchie und versorgt sie und die umgebenden Gewebe. Bei *Cottus* und *Lepidotrigla* fand er die gleiche Innervation.

### *Trigla hirundo* (Fig. 29).

Bei *Trigla hirundo* fand ich eine ähnliche Innervation der Pseudobranchie. Der N. glossopharyngeus (*IX*) biegt, wenn er aus dem Schädel austritt, ventro-kraniad und tritt in sein Ganglion ein. Aus dem Ganglion entspringt der Ramus praetrematicus *IX* und dieser verläuft

kraniad. Er anastomosiert mit einem Ast des Facialis (JACOBSON'sche Anastomose). Der R. praetrematicus IX biegt ventrad zur Pseudobranchie. Er gibt einen kleinen Ast zur Pseudobranchie ab, welcher sich in zwei Ästchen teilt. Diese innervieren die Blättchen der Pseudobranchie.

***Anarrhichas lupus*** (Fig. 30).

Aus dem Ganglion des Glossopharyngeus (IX) entspringt der Ramus praetrematicus IX; er verläuft ventro-kraniad und anastomosiert mit einem Ästchen des Facialis (VII) (JACOBSON'sche Anastomose). Der R. praetrematicus IX biegt ventrad zur Pseudobranchie und gibt an der ventralen Seite der Pseudobranchie ein Ästchen an dieses Organ ab, das dies innerviert.

***Trachinus draco*** (Fig. 31).

Der R. praetrematicus IX verläuft, wenn er aus seinem Ganglion entspringt, kraniad und anastomosiert mit einem Ast des Facialis (VII) (JACOBSON'sche Anastomose). Der Ramus praetrematicus IX biegt ventrad und gibt ein Ästchen an die Pseudobranchie ab, das diese innerviert.

f) Heterosomata.

***Rhombus maximus*** (Fig. 32).

Der N. glossopharyngeus biegt nach seinem Austritt aus dem Schädel ventro-kraniad und tritt in sein Ganglion ein. Aus diesem Ganglion entspringt der R. posttrematicus IX zum ersten Kiemenbogen und der R. praetrematicus, welcher zuerst kraniad verläuft und mit einem Ast des Facialis (VII) anastomosiert (JACOBSON'sche Anastomose). Der R. praetrematicus IX biegt ventrad zur ventralen Seite der Pseudobranchie und innerviert die Pseudobranchie.

g) Pediculati.

***Lophius piscatorius*** (Fig. 34).

Der N. glossopharyngeus (IX) gibt den Ramus posttrematicus zum ersten Kiemenbogen ab, während der Ramus praetrematicus IX kranio-laterad verläuft und mit einem Ast des Facialis zusammenhängt (JACOBSON'sche Anastomose). Der R. praetrematicus IX gibt ein Ästchen an die Pseudobranchie ab, welche, wie der R. praetrematicus selbst die Pseudobranchie versorgt.

### Die Homologie der Teleostierpseudobranchie.

Die Homologie der Teleostierpseudobranchie ist bis jetzt vor allem vom Standpunkt der Lage und der Blutversorgung studiert worden. Hingegen wurde die Form des Organs seltener in die Untersuchung mit hineingezogen.

Die Lage des Organes wurde von RATHKE (1832) eingehend berücksichtigt. Er schreibt auf p. 54 seiner Studie, wo er sich mit der Pseudobranchie und der Operkularkieme des Störs beschäftigt: „Das Gebilde, von dem zuletzt die Rede war (d. h. die Operkularkieme des Störs) ist seiner Lage und Verbindung mit dem Quadratbeine halber wohl ohne Zweifel als das Analogon der Nebenkieme der Grätenfische zu betrachten, hauptsächlich dadurch, daß es mit dem Kiemendeckel verwachsen ist, und daß seine Blutgefäße mit den übrigen Blutgefäßen des Körpers in etwas anderen Verbindungen stehen. Die kleinere Nebenkieme der Störe dagegen, obschon sie eine ähnliche Form und eine ähnliche Gefäßverbindung als die Nebenkieme der Grätenfische besitzt, scheint dennoch ein ganz neues Gebilde zu sein, da sie nicht, was vorzüglich von Wichtigkeit ist, wie die Nebenkieme der Grätenfische mit dem Quadratbeine, sondern vor demselben gelagert und befestigt ist. Der Ursprung ihrer Gefäße kann gegen diese Deutung wohl keinen Einwand geben, weil bei den verschiedenen Wirbeltieren die Blutgefäße hinsichtlich ihres Ursprungs und ihres Verlaufes so große Verschiedenheiten darbieten, wie kein anderer Teil weiter.“ Nach RATHKE ist auch die erste halbe Kieme der Haifische der Pseudobranchie der Teleostier homolog, weil ihre Lage und ihre Verbindung übereinstimmen. Daß RATHKE im Jahre 1832 der Lage eine so große Bedeutung beilegte und der Blutversorgung einen geringen Wert zuschrieb, ist begreiflich, weil damals die Gesetzmäßigkeit des Verlaufes der Blutgefäße noch unbekannt war. Aber auch nach GEGENBAUR (1870) ist die Lage der Pseudobranchie der wesentlichste Gesichtspunkt zur Bestimmung ihrer Homologie. GEGENBAUR deutet aber an keiner Stelle an, was ihn zu dieser Auffassung bewogen hat und ebensowenig kritisiert er die Meinung JOH. MÜLLER'S, nach welchem die Teleostierpseudobranchie den Pseudobranchien der Selachier und der Chondrostei und Lepidostei homolog ist. JOH. MÜLLER begründet dies mit dem Verhältnis der Blutversorgung. MAURER (1884) bearbeitete die Pseudobranchie von *Esox lucius* im Laboratorium GEGENBAUR'S und auch er sah die Lage

als maßgebenden Faktor für die Feststellung der Homologie an. Die Pseudobranchie der Teleostier gehört nach ihm zum Zungenbeinbogen und ist der Hyoidhemibranchie der Selachier und der Operkularkieme der Chondrostei und Lepidosteii homolog. Von den Blutgefäßen der Pseudobranchie sagte er: „Daß die Gefäßverteilung nicht von maßgebender Bedeutung sein kann, beweist schon das verschiedene Verhalten derselben bei den Knochenfischen.“ Die Pseudobranchie von *Esox* durchläuft während ihrer Entwicklung ein Stadium, in welches ihre Lage und ihre Form denjenigen von *Amia* ähnlich sind. Nach WRIGHT (1885) gehört die Pseudobranchie von *Amia* zum Hyoidbogen und WRIGHT schloß daraus, daß auch die Teleostierpseudobranchie zum Hyoidbogen gehört. Im allgemeinen wird die Lage als einzelnes Argument nicht genügen zur Bestimmung der Homologie eines Organs. Aus der Entwicklung, der Blutversorgung und der Innervation des Organs muß hervorgehen, ob die endgültige Lage auch die primitive ist; auch werden die Blutversorgung und die Innervation ebenso kräftige Argumente zur Bestimmung der Homologie eines Organs sein können wie die Lage in bezug auf einem Skeletteil. Nachdem DOHRN (1886) und MAURER (1888) denn auch die Entwicklung der pseudobranchialen Gefäße und die Lage des Organs beim Embryo von *Trutta* studiert hatten, haben GEGENBAUR (1898) und MAURER (1888) ihre frühere Meinung aufgegeben und betrachteten die Teleostierpseudobranchie als eine Mandibularpseudobranchie, welche der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog ist. BALFOUR (1881) und HOFFMANN (1884) vertreten eine andere Meinung. Nach diesen Forschern ist die Teleostierpseudobranchie in die „Chorioidaldrüse“ verwandelt. BALFOUR hielt dies für möglich, weil nach ihm den Selachiern und „Ganoiden“ eine „Chorioidaldrüse“ fehlt, während den Teleostiern eine Pseudobranchie fehlt und diese eine „Chorioidaldrüse“ besitzen. Auch die Beziehungen der Gefäße der Pseudobranchie zur Chorioidea bei den Elasmobranchiern würden hierauf deuten. Nach HOFFMANN dagegen schnürt sich die Spritzlochtasche vom Kopfdarm ab und bildet sich in einen Haufen spindelförmiger Zellen um. Diese wandern zum Auge und bilden dort die „Chorioidaldrüse“. Beide Meinungen sind schon von DOHRN (1886) kritisiert worden.

Die Blutversorgung der Pseudobranchie hat die Forscher wohl am meisten beschäftigt, und die Blutversorgung hat auch viele Beweisgründe zur Feststellung der Homologie des Organs geliefert.

JOH. MÜLLER (1839) hat genau die Gefäßverbindungen bei den Selachieren, „Ganoiden“ und Teleostiern studiert und gründete, wie gesagt, die Homologie der Pseudobranchien auf die Art der Blutversorgung. Nach ihm ist die Teleostierpseudobranchie der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog, während die Operkularkieme der „Ganoiden“ der Hyoidhemibranchie der Selachier homolog ist. Die Teleostierpseudobranchie erhält ihr Blut nach JOH. MÜLLER aus: 1. der Arteria hyoidea (= Arteria mandibularis afferens); 2. aus der Arteria hyoidea (= Arteria mandibularis afferens) und aus einem Aste der Carotis externa; 3. aus einem Aste des Circulus cephalicus und aus der Arteria hyoidea; 4. aus einem Aste des Circulus cephalicus. Seitdem hat man kein neues zuführendes Gefäß gefunden. Die Arteria hyoidea (jetzt Arteria mandibularis afferens) trifft man bei allen erwachsenen Teleostiern an, außer bei *Esox lucius*. Weil *Esox* aber embryonal diese Arterie besitzt (MAURER, 1884), ist sie prinzipiell allen Teleostiern eigen. Nach den embryologischen Untersuchungen von DOHRN (1886) und MAURER (1888) bei der Forelle vertritt diese Arterie einen Teil der ventralen Hälfte des ersten Aortabogens. Beim Forellenembryo verläuft Aortabogen I längs der kranialen Seite des Hyoidbogens, weiter nach oben schließt sie sich dem Mandibularbogen an. MAURER (1888) nennt sie denn auch Arteria hyo-mandibularis, DOHRN hingegen Arteria thyreo-spiracularis. Aortabogen II verläuft in normaler Weise längs der Hinterseite des Zungenbeinbogens und mündet nicht wie Aortabogen I in die dorsale Aorta ein, sondern in Aortabogen I unterhalb der Anlage der Pseudobranchie. Das erste Gefäß ist nach DOHRN der Arteria thyreo-mandibularis der Selachierembryonen homolog, welche auch zum Teile Aortabogen I vertritt, während das Gefäß, welches hinter dem Zungenbeinbogen verläuft, der Arteria hyoidea der Selachierembryonen homolog ist. Die zuführenden pseudobranchialen Gefäße der Selachier- und Teleostierembryonen sind identisch, und dies ist also ein Beweisgrund dafür, daß auch beide Organe homologe Gebilde sind. Nachher vereinigt sich die ventrale Verlängerung der ersten Epibranchialarterie bei den Teleostiern mit Aortabogen I, wo dieser aus dem Truncus arteriosus entspringt, während in noch späteren Entwicklungsstadien der gemeinschaftliche Stamm der Arteria thyreo-mandibularis (= Aortabogen I) und der Arteria hyoideo-opercularis (DOHRN) (= Aortabogen II) sich mit dem Teil des Truncus arteriosus, welcher vor den ersten Branchialarterien liegt, vom übrigen Truncus arteriosus trennt. Die Pseudobranchie erhält jetzt ihr Blut

nur aus der ersten Epibranchialarterie. Nach MAURER verschwindet Aortabogen II, ausgenommen der Teil, welcher mit seiner Arteria hyo-mandibularis zusammenhängt, und welcher zu dem zuführenden Gefäß des Operkulum wird (Arteria opercularis). Auch nach MAURER (1888) ist die Teleostierpseudobranchie der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog, weil die Gefäßverbindungen identisch sind. GRASSI (1914), dessen Publikation ich leider nicht gelesen habe, beschrieb eine ähnliche Blutversorgung bei den Larven der Murenoiden, während BERRILL (1925) dieselbe Gefäßverbindungen antraf bei den Larven von *Solea variegata* und *Pleuronectes platessa*. Im Gegensatz zu *Trutta* haben die Pseudobranchien bei den Embryonen, welche GRASSI und BERRILL beschrieben, eine respiratorische Funktion, was für den ursprünglichen Kiemencharakter dieser Organe spricht.

Bei den erwachsenen Teleostiern ist die Arteria mandibularis afferens vereinigt mit der ventralen Verlängerung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens. Sie durchbohrt das Hypohyale, verläuft längs der kranialen Seite des Zungenbeinbogens und durchbohrt das Suspensorium des Unterkiefers. Der Verlauf und die Entwicklung der Arterie zeigen also, daß das Gefäß zum Mandibularbogen gehört.

Bei den „Ganoiden“ findet man dieselbe Arterie. OSTROUMOFF (1908) fand bei *Acipenser ruthenus*, daß die zuführende Arterie der Pseudobranchie (Aortabogen I) ihre Verbindung mit dem Truncus arteriosus verliert und sich sekundär vereinigt mit dem ventralen Teil der efferenten Arterie des ersten Kiemenbogens. Aortabogen I und das abführende Gefäß der Operkularkieme sind durch eine Anastomose vereinigt wie bei den Selachiern. Bei dem erwachsenen *Acipenser* fand VIRCHOW (1890), daß die Pseudobranchie ihr Blut erhält aus der ventralen Verlängerung der ersten Epibranchialarterie und aus einer Anastomose, welche vom abführenden Gefäß der Operkularkieme zum erstgenannten zuführenden Gefäß verläuft. VIRCHOW schloß hieraus, daß *Acipenser* vergleichend-anatomisch eine Zwischenstufe zwischen Selachiern und Teleostiern vertreten, was die Gefäßverbindungen anlangt. Bei *Lepidosteus* hat FR. MÜLLER (1897) bewiesen, daß das zuführende pseudobranchiale Gefäß, welches mit dem ventralen Teil der ersten Epibranchialarterie verbunden ist, sich aus einem Teil des ersten Aortabogens entwickelt. Die Pseudobranchie von *Lepidosteus* ist also nach FR. MÜLLER eine mandibulare Pseudobranchie. Das zuführende pseudobranchiale Gefäß verliert seine Verbindung mit dem Truncus

arteriosus und verbindet sich sekundär mit der Verlängerung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens. Auch ist nach ihm das zweite zuführende Gefäß von *Lepidosteus*, welches aus der Operkularkieme entspringt, dem zuführenden pseudobranchialen Gefäß der Selachier homolog. Der erwachsene *Lepidosteus* vertritt wie *Acipenser* vergleichend-anatomisch eine Zwischenstufe zwischen Selachiern und Teleostiern, was die Gefäßverbindungen der Pseudobranchie anlangt. Aus der Blutversorgung der Pseudobranchie bei *Lepidosteus* schloß WRIGHT (1885), daß die Arteria hyoidea (= Art. mand. aff.) der Teleostier nicht der Arteria hyoidea der Selachier homolog ist, sondern übereinstimmt mit der Arteria thyreo-mandibularis, die von DOHRN bei Selachier-Embryonen beschrieben wurde. WRIGHT hielt es für schwierig vorstellbar, daß ein Aortabogen seine Verbindung mit dem Truncus arteriosus verlieren sollte und sich sekundär mit dem efferenten Gefäß des zweiten dahinterliegenden Bogens verbinden könnte. Nach ihm ist es eine nutritive Arterie, welche aus einer efferenten Arterie entspringt. Die Untersuchungen FR. MÜLLER's und DOHRN's haben diese Schwierigkeiten aber aufgehoben. Die Larven von *Amia* von 12 mm Länge besitzen eine ebenso genannte Arterie, wie aus dem Zitat von ALLIS (1900) hervorgeht: „In both its ventral and its dorsal position the artery (d. h. die ventrale Fortsetzung der Epibranchialarterie des ersten Kiemenbogens) seems to correspond closely, in general petition, to the artery usually described in Teleosts as the arteria hyoidea, but to which MAURER has given the name arteria hyo-mandibularis. This artery is however, I believe, always said to perforate both the hypohyal and hyomandibular, neither of which are perforated by the artery in *Amia*.“ ALLIS nennt diese Arterie primäre afferente Pseudobranchialarterie, weil sie bei Larven kleiner als 12 mm aus dem Truncus arteriosus entspringt und bei Larven größer als 12 mm die Pseudobranchie nicht mehr versorgt, sondern von einer anderen Arterie ersetzt wird. Das Gefäß entwickelt sich nach ALLIS aus einem Teil des ersten Aortabogens; dieser verliert nachher seine Beziehungen zum Truncus arteriosus und verbindet sich sekundär mit dem ventralen Teil der efferenten Arterie des ersten Kiemenbogens, also wie bei den Teleostiern. Meines Erachtens ist die Blutversorgung der Teleostierpseudobranchie von der Arteria mandibularis afferens der primitivste Zustand, welcher bei den Teleostiern gefunden wird. Die Teleostierpseudobranchie erhält aber meistens ihr Blut aus genannter Arteria mandibularis afferens und aus einem

Ast der Carotis externa. Aus der Entwicklung der Gefäße bei *Amia* geht hervor, daß die primäre afferente Pseudobranchialarterie, welche mit der Arteria mandibularis afferens der Teleostier identisch ist, und welche bei *Amia* die Pseudobranchie zeitweise versorgt, nachher reduziert wird. In späteren Stadien versorgt ein Ast der Carotis externa, welcher von ALLIS sekundäre afferente Pseudobranchialarterie genannt worden ist, die Pseudobranchie. Das Hinterende der sekundären afferenten Pseudobranchialarterie nähert sich bei *Amia*-Larven dem dorsalen Ende der primären afferenten Pseudobranchialarterie, ohne sich mit ihr zu vereinigen. Würde sie sich aber bei *Amia* mit der primären afferenten Pseudobranchialarterie vereinigen und würde letztere ihre Beziehungen zur Pseudobranchie beibehalten, so würde die beschriebene Blutversorgung der Teleostier-pseudobranchie entstanden sein. Die Art der Blutversorgung der Pseudobranchie bei diesen Teleostiern ist im Vergleich zu erstgenannter sekundärer Natur.

Bei *Gadus* trifft man die dritte Art der Blutversorgung der Pseudobranchie an, d. h. die Pseudobranchie erhält ihr Blut aus der Arteria mandibularis afferens und aus einem Ast des Circulus cephalicus. Dieser Ast des Circulus cephalicus wurde bei *Gadus morrhua* von PARKER (1884) als der dorsale Teil seiner Hyoid-(= afferente mandibular)Arterie betrachtet und von BOULENGER (1904) als die efferente Arterie des Hyoidbogens. ALLIS (1912) hat aber bei *Gadus aeglefinus* bewiesen, daß der Teil des Hyoidbogens, der von BOULENGER beschrieben wurde, von einem Ast der Carotis externa vertreten wird, während der dorsale Teil des Mandibularbogens (PARKER) von der efferenten Pseudobranchialarterie gebildet wird. Das zuführende Gefäß, das vom Circulus cephalicus entspringt, ist denn auch sekundärer Natur. Die dorsalen zuführenden Gefäße der Pseudobranchie sind variabel. Bei den meisten Teleostiern bilden sie einen Ast der Carotis externa, welcher unweit der Pseudobranchie aus der Carotis externa entspringt. Bei *Anarrhichas* und *Anoplopoma* (ALLEN, 1905) entspringt sie aber aus der Carotis externa, wo die Carotis communis sich in die Carotis externa und interna teilt, also in der unmittelbaren Nähe der Carotis interna. Bei *Gadus* und *Esox* entspringt sie aus der Carotis interna. Es ist also möglich, daß sich der Ast von der Carotis externa abgespalten hat und zur Carotis interna verschoben worden ist. Nach ALLIS (1909a) hat sich die genannte Arterie von der Orbitonasalarterie abgespalten (er schließt das aus der von JOH. MÜLLER für *Gadus* ge-

gegebenen Figur) und da er auch der Meinung ist, daß die Orbitonasalarterie sich aus dem mandibularen Aortabogen entwickelt hat, würde das Gefäß bei *Gadus* (und *Esox*) primärer Natur sein. Diese Meinung wird nach ALLIS bekräftigt durch die Gefäßverhältnisse der „Pseudobranchie“ von *Ameiurus*. Die „Pseudobranchie“ von *Ameiurus* liegt der Carotis interna an, während Ästchen in das Organ treten und die Orbitonasalarterie aus der „Pseudobranchie“ entspringt. ALLIS schreibt: „The conditions in *Ameiurus* would accordingly seem to indicate a line of descent for these vessels other than that, that leads through *Amia* to teleosts. For, when the arteria hyoidea, or mandibular afferent artery, had for some reason or other ceased to give an adequate bloodsupply to the pseudobranch, that organ apparently acquired the necessary supply, in *Ameiurus*, by way of its primary connection with the internal carotid, instead of, as in *Amia*, by way of a secondary connection with the external carotid. And, in acquiring this relation to the internal carotid, the pseudobranch has apparently first become sessile on that artery and has then enveloped it, so that the ophthalmica magna and encephalic arteries appear to arise directly from the pseudobranch instead of from the efferent mandibular and internal carotid arteries respectively. The vessels in *Gadus* may perhaps, as already stated, be related to this evident arrangement in *Ameiurus*, rather than to that in the Loricati, as are probably also those in *Esox lucius* (MAURER, 1884).“ In einer anderen Arbeit studierte ALLIS (1908) die Pseudobranchie und deren Gefäße bei *Ameiurus* und schloß hieraus, daß die Pseudobranchie von *Ameiurus* keine Pseudobranchie ist, aber einem Teil der Thymus von *Polypterus* homolog sei. Deshalb ist die Pseudobranchie von *Gadus* auch nicht der Pseudobranchie von *Ameiurus* zu vergleichen. Auch ist es fraglich, ob die Orbitonasalarterie primär mit dem mandibularen Aortabogen vereinigt war, was ich unten weiter begründen werde. Die Entwicklung des zuführenden Gefäßes vom Circulus cephalicus wird die Frage vielleicht lösen können, d. h. ob sie sich von der Orbitonasalarterie oder von der Carotis externa abgespalten hat. Weil aber die Pseudobranchie ihr Blut aus der Carotis externa und Carotis interna erhält und nie aus der Orbitonasalarterie, ist es meiner Meinung nach mehr wahrscheinlich, daß genannte Arterie sich von der Carotis externa abgespalten hat.

Bei *Esox* findet die Blutversorgung der Pseudobranchie nur von einem Ast des Circulus cephalicus statt. Beim Embryo von *Esox* ist die

Blutversorgung aber wie bei *Gadus*. Nachher wird die Arteria hyoidea (MAURER, 1884) reduziert, und die Pseudobranchie erhält ihr Blut nur aus dem Circulus cephalicus. *Esox* schließt sich also *Gadus* an, was die Blutversorgung anlangt. Daß das ventrale zuführende Gefäß bei *Esox* reduziert wird, hängt vielleicht zusammen mit der Verschiebung der Pseudobranchie bei *Esox*. Sie rückt vom Hyomandibulare aus zur Schädelbasis, also kranialwärts.

Was das abführende Gefäß anlangt, so hat JOH. MÜLLER (1839) den konstanten Verlauf charakterisiert. Er schreibt: „Der wichtigste Punkt in der Organisation der Nebenkiemen, mögen sie die eine oder die andere (drüsige oder freie) Form haben, ist ihr Verhältnis zum Auge, welches so konstant zu sein scheint, daß diese Nebenkiemen zwar nicht zum Athmen, aber zum Sehen der Fische im engsten Verhältnisse stehen.“ Bei den Teleostiern, welche bis jetzt untersucht worden sind, ist der Verlauf denn auch überall derselbe, d. h. das abführende Gefäß hängt mit dem der anderen Seite durch eine Anastomose zusammen und biegt zum Auge, wo es in die „Chorioidaldrüse“ einmündet. DOHRN (1886) fand beim Embryo von *Trutta*, daß das abführende Gefäß nicht nur zum Auge verläuft, sondern auch in den Circulus cephalicus einmündet. Der Verlauf beim *Trutta*-Embryo ist mit dem Verlauf des abführenden Gefäßes der erwachsenen Selachier identisch. Aus diesem Verlauf und aus dem Verlauf der zuführenden Gefäße bei den Embryonen beider Gruppen schließt DOHRN, daß die Teleostierpseudobranchie der Selachierpseudobranchie homolog ist. Nachher schnürt sich die Verbindung vom abführenden Gefäß mit dem Circulus cephalicus von letzterem ab und bildet zugleich eine Anastomose vom abführenden Gefäß der einen Seite zu dem der anderen, so daß nun eine Kommunikation zwischen den Blutbahnen der beiden Pseudobranchien besteht.

Auch MAURER (1888) hat beim *Trutta*-Embryo die Einmündung des abführenden Gefäßes (= dorsaler Teil des ersten Aortabogens) in den Circulus cephalicus beobachtet.

HOCHSTETTER (1906) macht sich eine andere Vorstellung über die Bildung der Anastomose. Nach ihm spaltet sich die Verbindung zwischen den beiden lateralen Aortastämmen in querer Richtung. Die efferenten Arterien der Pseudobranchien, welche aus dem dorsalen Teil der ersten Aortabogen gebildet werden, sind dann durch eine Anastomose vereinigt, während ihre Verbindung mit den Carotiden verschwindet; die Carotiden selbst sind miteinander verbunden

durch eine Anastomose, welche die hintere Hälfte der ursprünglichen Verbindung darstellt.

ALLIS (1909 a) ist anderer Meinung wie DOHRN und HOCHSTETTER, was den dorsalen Teil des ersten Aortabogens anlangt. Bei den Loricati und *Scomber* fand er ein kleines Gefäß, daß aus der Orbitonasalarterie entsprang und zu der Arteria ophthalmica magna verlief ohne in letztere einzumünden. Das Gefäß legte sich vielmehr nur der Arteria ophthalmica magna an. Hieraus schloß ALLIS, daß das Gefäßchen früher auch in die Arteria ophthalmica magna einmündete und sich jetzt von ihr (= d. h. Aortabogen I) trennt. Der basale Teil der Orbitonasalarterie würde nach ihm den dorsalen Teil des ersten Aortabogens vertreten, während der kraniale Teil der Orbitonasalarterie entweder eine dorsale nutritive Arterie dieses Bogens darstellt oder eine dorsale Verlängerung dieses Bogens. Weil aber niemals eine Kommunikation des kleinen Gefäßes mit der Arteria ophthalmica magna vorhanden ist, ist die Vorstellung ALLIS' auch mangelhaft begründet.

Nach ALLIS (1912) ist der Teil des abführenden Gefäßes zwischen der Anastomose und der „Choroidaldrüse“ ursprünglich aus der lateralen dorsalen Aorta entsprungen und vertritt eine efferente praemandibulare Arterie. Die Beobachtungen von DOHRN (1885) bei *Pristiurus* und von DOHRN (1886) und MAURER (1888) bei *Trutta* stützen diese Meinung. DOHRN fand bei jungen Embryonen von *Pristiurus*, daß genannte Arterie dort entspringt, wo die efferente Mandibulararterie sich vereinigt mit der lateralen dorsalen Aorta, während DOHRN und MAURER beim Forellenembryo fanden, daß die Arterie aus der lateralen dorsalen Aorta entspringt und zwar kranial der Einmündung der efferenten Mandibulararterie.

Bei den „Ganoiden“ verläuft das abführende Gefäß wie bei erwachsenen Selachiern und bei Teleostierembryonen. Auch bildet es sich aus dem dorsalen Teil des ersten Aortabogens.

JOH. MÜLLER (1839) hat den Verlauf dieses Gefäßes bei dem erwachsenen *Acipenser* beschrieben, während OSTROUMOFF (1908) die Entwicklung des abführenden Gefäßes aus dem dorsalen Teil des ersten Aortabogens beschrieb. Wo dieser Bogen in die Carotis interna einmündet, entspringt aus ihr die Arteria ophthalmica magna. Auch bei *Lepidosteus* trifft man denselben Verlauf des abführenden Gefäßes an, aber der Ast zum Auge fehlt wahrscheinlich (JOH. MÜLLER, 1839; WRIGHT, 1885; FR. MÜLLER, 1897). Nach FR. MÜLLER (1897)

entwickelt sich das abführende Gefäß aus dem dorsalen Teil des ersten Aortabogens.

Das abführende Gefäß bei *Amia* ist durch einen schmalen Ast mit der Carotis interna vereinigt, während das Gefäß zum Auge verläuft. ALLIS (1909 a) schreibt: „This so-called commissural vessel, so relatively unimportant in the adult, is however the greatly reduced dorsal end of the mandibular aortic arch, as my figures of young stages make evident, and it and that portion of the so-called efferent pseudobranchial artery that lies proximal to it, together form the homologue of the anterior carotid of Selachians. That portion of the so-called efferent pseudobranchial artery, that lies distal to the commissure, although appearing as the direct and main continuation of the artery, is then simply a branch of the true efferent artery, and it alone is the homologue of the arteria ophthalmica magna of Selachians.“

Aus der Entwicklung ergibt sich (DOHRN, 1886), daß die Pseudobranchie der Teleostier sich an der kranialen Seite der Spritzlochtasche anlegt und also eine Spritzlochkieme darstellt. Die Spritzlochtasche mündet in frühen Stadien nach außen, aber bildet sich nachher zurück. Ist sie bis auf den letzten Rest einer Einstülpung zurückgebildet, so entwickelt sich aus ihrer Vorderwand die Pseudobranchie. GRANEL (1927) fand bei *Cyprinus carpio*, daß die Pseudobranchie sich von der Stelle, wo sie sich anlegt, zum Hyomandibulare verschiebt. Sie liegt nachher dem Hyomandibulare an, statt dem Mandibularbogen.

Die Entwicklung und die Blutversorgung der Teleosterpseudobranchie, wie sie in den vorhergehenden Seiten besprochen sind, sprechen also dafür, daß die Teleosterpseudobranchie der Pseudobranchie der Selachier und „Ganoiden“ homolog ist. Wie steht es nun aber mit der Innervation? Man sollte erwarten, daß die Teleosterpseudobranchie vom Facialis (VII) innerviert würde, wie es einer Spritzlochkieme zukommt. Bei den meisten Teleostiern findet die Innervation aber vom Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus (IX) statt und der Facialis (VII) innerviert nur die Pseudobranchie von *Salmo salar*, *Clupea alosa*, *Scardinius erythrophthalmus* und *Esox lucius*. Die Pseudobranchie von *Esox* besitzt aber viele sekundäre Merkmale (MAURER, 1884). Sie ist vom Hyomandibulare kranial verschoben zur Schädelbasis, sie ist von Schleimhaut überwachsen und besteht aus zwei Lagen von Kiemenblättchen, während sie ihr Blut nur aus dem Circulus cephalicus erhält. Der Anlage

nach ist die Pseudobranchie von *Esox* aber eine „freie“ Pseudobranchie, und liegt dem Hyomandibulare an. Auch wird ursprünglich eine Reihe von Kiemenblättchen angelegt, während auch ein zuführendes Gefäß, welches mit der ersten Epibranchialarterie zusammenhängt, vorhanden ist. Die Pseudobranchie von *Esox* ist also sekundärer Natur und auch die Innervation kann hier sekundär sein. Der Ramus palatinus des Facialis (*VII*) hat die Innervation vielleicht vom Glossopharyngeus übernommen; die Ontogenie ist wahrscheinlich imstande, diese Frage genauer zu lösen.

Bei *Salmo salar*, *Clupea alosa* und *Scardinius erythrophthalmus* liegt die Pseudobranchie der medialen Fläche der Basis des Operculums an. Die Kiemenblättchen sitzen in einfacher Reihe und sind bei *Salmo* und *Clupea* in ihrer unteren Hälfte von einer Schleimhaut gemeinsam überzogen. Die Blutversorgung geschieht von der Arteria mandibularis afferens, also in primitiver Weise. Die Innervation dieser Pseudobranchien ist auch primitiver Natur. Die Pseudobranchie dieser Teleostier schließt sich also, was die Innervation und Blutversorgung anlangt, der Selachierpseudobranchie an und ist ihr homolog.

Wie gesagt wird die Pseudobranchie der meisten Teleostier vom Ramus praetrematicus IX innerviert und auch bei *Acipenser*, *Lepidosteus* und *Amia* findet die Innervation der Pseudobranchie vom Ramus praetrematicus IX statt. Die Spritzlochkieme der Selachier wird aber vom Facialis (*VII*) innerviert.

Eine Zwischenstufe zwischen beiden Innervationstypen ist bis jetzt noch nicht gefunden worden. Die Pseudobranchie wird entweder vom Facialis oder vom Glossopharyngeus innerviert. Zwar fand ALLIS (1903) bei *Scomber scomber*, daß der Ramus praetrematicus IX sich mit einem Ast des Facialis vereinigt (= JACOBSON'sche Anastomose), und ich habe dasselbe bei fast allen untersuchten Fischen gefunden, aber dieser Ast teilt sich nachher wieder und schickt ein Ästchen zur Pseudobranchie. Es ist also in keinem Falle bewiesen, daß auch der Facialis die Pseudobranchie innerviert; daher darf man diese „doppelte“ Innervation auch nicht bei der Betrachtung auswerten. Betrachtet man die Blutversorgung der Teleostierpseudobranchie, so läßt sich diese gewiß von der Blutversorgung der Selachier- und Ganoidenpseudobranchie herleiten, wie sich aus den embryologischen und vergleichend-anatomischen Tatsachen der vorhergehenden Seiten ergibt. Die Innervation der Pseudobranchie bei den Teleostieren, welche, mit Rücksicht auf die Zustände bei den Selachiern und auch aus allgemeinen Gründen — denn das Spritzloch gehört doch zum

Gebiete des Facialis —, vom Facialis geliefert werden müßte, ist also die Ursprüngliche. Meiner Meinung nach ist diese aber verschwunden und ist der Ramus praetrematicus des Glossopharyngeus an ihre Stelle getreten. Hieraus würde man vielleicht schließen können, daß die Innervation eines Organs nicht so konstant ist, wie im allgemeinen behauptet wird. Vielleicht wird die Embryologie hier näheres aufklären können und eine Innervation vom Facialis in jungen Stadien nachweisen können. Findet man aber auch dann noch eine Innervation vom Glossopharyngeus, so ist damit noch nicht bewiesen, daß meine Meinung falsch ist, weil im günstigsten Fall die Ontogenie eine Wiederholung der Phylogenie darstellt. Die Pseudobranchie der Teleostier ist also meiner Meinung nach der Spritzlochkieme der Selachier und der Pseudobranchie der „Ganoiden“ homolog.

### Literaturverzeichnis.

- ALLEN, W. F., 1905, The blood-vascular system of the Loricati, the mail-cheeked fishes, in: Proc. Wash. Acad. Sc., Vol. 7.
- ALLIS, E. P. JR., 1897, The cranial muscles and cranial and first spinal nerves in *Amia calva*, in: Journ. Morphol., Vol. 12.
- , 1900, The pseudobranchial circulation in *Amia calva*, in: Zool. Jahrb., Vol. 14, Anat.
- , 1902, The lateral sensory canals, the eye muscles and the peripheral distribution of certain of the cranial nerves of *Mustelus laevis*, in: Quart.-Journ. Micr. Sc., Vol. 45.
- , 1903, The skull and the cranial and first spinal muscles and nerves in *Scomber scomber*, in: Journ. Morphol., Vol. 18.
- , 1908, The pseudobranchial and carotid arteries in *Ameiurus*, in: Anat. Anz., Vol. 33.
- , 1909, The pseudobranchial and carotid arteries in Gnathostome Fishes, in: Zool. Jahrb., Vol. 27, Anat.
- , 1909, The cranial anatomy of the mailcheeked fishes, in: Zoologica, Heft 57.
- , 1911, The pseudobranchial and carotid arteries in *Polyodon spatula*, in: Anat. Anz., Vol. 39.
- , 1911, The pseudobranchial and carotid arteries in *Chlamydoselachus anguineus*, ibid., Vol. 39.
- , 1912, The pseudobranchial and carotid arteries in *Esox*, *Salmo* and *Gadus* together with a description of the arteries in the adult *Amia*, ibid., Vol. 41.
- , 1912, The branchial, pseudobranchial and carotid arteries in *Heptanchus cinereus*, ibid., Vol. 41.
- , 1912, The branchial, pseudobranchial and carotid arteries in *Raja radiata*, ibid., Vol. 41.
- , 1914, The pseudobranchial and carotid arteries in *Ceratodus Forsteri*, ibid., Vol. 46.
- BALFOUR, F. M., 1881, Comp. Embryology.

- BALFOUR, F. M. and PARKER, W., 1882, On the structure of *Lepidosteus*, in: *Philos. Trans. Roy. Soc., London*, Vol. 173.
- BERRILL, N. J., 1925, The development of the skull in the Sole and the Plaice, in: *Quart.-Journ. Micr. Sc.*, Vol. 49.
- BOAS, J. E. V., 1880, Über Herz und Arterienbogen bei *Ceratodus* und *Protopterus*, in: *Morphol. Jahrb.*, Vol. 6.
- BOULENGER, G. A., 1904, The Cambridge Natural History, in: *Fishes, Ascidiants, etc.*
- BROUSSONET, P. M. A., 1782, *Ichthyologia*, London.
- BÜTSCHLI, O., 1921, Vorlesungen über vergl. Anatomie, Berlin.
- CARAZZI, D., 1905, Sul sistema arterioso di *Selache maxima* e di altri Squalidi, in: *Anat. Anz.*, Vol. 26.
- DANFORTH, CH., 1912, The heart and arteries of *Polyodon*, in: *Journ. Morphol.*, Vol. 23.
- DOHRN, A., 1885, Entstehung und Differenzierung der Gefäße des Hyoidbogens, in: *Mitt. Zool. Stat. Neapel*, Vol. 6.
- , 1886, Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier, *ibid.*, Vol. 7.
- , 1890, Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers, XV, *ibid.*, Vol. 9.
- GEGENBAUR, C., 1870, Grundzüge der vergl. Anatomie.
- , 1871, Über die Kopfnerven von *Hexanchus* und ihr Verhältnis zur Wirbeltheorie des Schädels, in: *Jena. Ztschr.*, Vol. 6.
- GORONOWITCH, N., 1888, Das Gehirn und die Cranialnerven von *Acipenser ruthenus*, in: *Morphol. Jahrb.*, Vol. 13.
- GRANEL, F., 1923, Etude histologique et embryologique sur la pseudobranchie des Téléostéens, in: *Arch. Anat., Histol. et Embryol.*
- , 1927, La pseudobranchie des Poissons, in: *Arch. Anat. Micr.*, Vol. 23.
- GREIL, A., 1907, Präparate eines Kiemenspalteorgans der *Hyomandibular-Tasche* eines *Ceratodusjungfisches* von 62 mm, in: *Verh. Anat. Ges., Würzburg*.
- HYRTL, J., 1838, Beobachtungen aus dem Gebiete der vergl. Gefäßlehre. II. Über den Bau der Kiemen der Fische, in: *Med. Jahrb. des österr. Staates, Neueste Folge*, Vol. 15.
- , 1858, Das arterielle Gefäßsystem der Rochen, in: *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.*, Vol. 15.
- , 1872, Die Kopfarterien der Haifische, *ibid.*, Vol. 32.
- HOCHSTETTER, F., 1906, Die Entwicklung des Blutgefäßsystems, in: *HERTWIG's Handb. Entw.-Lehre*, Vol. 3, Teil 2.
- HOFFMANN, C. K., 1884, Zur Ontogenie der Knochenfische, in: *Arch. micr. Anat.*, Vol. 23.
- LEREBOULLET, 1838, Anatomie compar. de l'appareil respiratoire dans les animaux vertébrés, Paris.
- MAURER, F., 1884, Ein Beitrag zur Kenntnis der Pseudobranchien der Knochenfische, in: *Morphol. Jahrb.*, Vol. 9.
- , 1888, Die Kiemen und ihre Gefäße bei Anuren- und Urodelen-Amphibien und die Umbildung der beiden ersten Arterienbogen bei Teleostiern, *ibid.*, Vol. 14.
- MECKEL, J. F., 1833, System der vergleichenden Anatomie, Vol. 6, Halle.
- MÜLLER, F. W., 1897, Über die Entwicklung und morphologische Bedeutung der Pseudobranchie und ihre Umgebung bei *Lepidosteus osseus*, in: *Arch. Micr. Anat.*, Vol. 49.
- MÜLLER, JOH., 1839, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, in: *Abh. Akad. Wiss., Berlin*.
- , 1844, Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische, *ibid.*, Berlin.

- NORRIS, H. W., 1925, Observations upon the peripheral distribution of the cranial nerves of certain Ganoid fishes (Amia, Lepidosteus, Polyodon, Scaphirynchus and Acipenser), in: Journ. comp. Neurology, Vol. 39.
- OSTROUMOFF, A., 1908, Zur Entwicklungsgeschichte des Sterlets. IV. Das Gefäßsystem des Kopfes, in: Zool. Anz., Vol. 32.
- PARKER, W., 1884, A course of instruction in Zootomy, London.
- , 1886, On the bloodvessels of *Mustelus antarcticus*: a contribution to the morphology of the vascular system in the Vertebrata, in: Philos. Trans. R. Soc. London, Vol. 177.
- RATHKE, H., 1832, Anat.-Physiol. Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbeltiere, Riga und Dorpat.
- VIRCHOW, H., 1890, Über die Augengefäße der Selachier und die Verbindung derselben mit den Kopfgefäßen, in: Arch. Anat. u. Phys., Abt. Phys.
- , 1890, Die Spritzlochkieme der Selachier, ibid.
- , 1890, Über die Spritzlochkieme von *Acipenser* und ihre Verbindung mit den Kopfgefäßen, ibid.
- WRIGHT, R. R., 1885, On the hyomandibular clefts and pseudobranchs of *Lepidosteus* and *Amia*, in: Journ. Anat. and Physiol., Vol. 19.
- v. WYHE, J. W., 1882, Über das Visceralskelet und die Nerven des Kopfes der Ganoiden und von *Ceratodus*, in: Niederl. Arch. Zool., Vol. 5.

### Erklärung der Abkürzungen an den Figuren.

<i>a. a. I</i> afferente Arterie des ersten Kiemenbogens	<i>e. hy</i> efferente Hyoidarterie
<i>a. b. I</i> Aortabogen I	<i>e.ps. art</i> efferente Pseudobranchialarterie
<i>a. b. II</i> Aortabogen II	<i>i. v</i> intermediäre Verlängerung
<i>a. hy</i> afferente Hyoidarterie	<i>l. d. a</i> laterale dorsale Aorta
<i>anast</i> Anastomose	<i>Operk. k</i> Operkularkieme
<i>a. o. m</i> Arteria ophthalmica magna	<i>Ps. br</i> Pseudobranchie
<i>a.ps. art</i> afferente Pseudobranchialarterie	<i>R. anast</i> Ramus anastomoticus
<i>art. mand. aff</i> Arteria mandibularis afferens	<i>R. pal. VII</i> Ramus palatinus VII
<i>art. th. mand</i> Arteria thyreo-mandibularis	<i>R. phar. VII</i> Ramus pharyngeus VII
<i>c. c</i> Carotis communis	<i>R. posttr. VII</i> Ramus posttrematicus VII
<i>c. e</i> Carotis externa	<i>R. praetr. VII</i> Ramus praetrematicus VII
<i>c. i</i> Carotis interna	<i>Sp. l</i> Spritzloch
<i>comm</i> Commissur	<i>s. v</i> sekundäre Verbindung
<i>d. a</i> dorsale Aorta	<i>Tr. art</i> Truncus arteriosus
<i>d. R. g</i> dorsales Randgefäß	<i>Tr. hyoid. m. VII</i> Truncus hyoideo-mandibularis VII
<i>e. a. I</i> efferente Arterie des ersten Kiemenbogens	<i>v. R. g</i> ventrales Randgefäß

## STELLINGEN.

---

### I.

De pseudobranchie der Teleostei is met de sputtgatkieuw der Selachii homoloog.

### II.

De indeeling der pseudobranchien in bedekte en vrije pseudobranchien is niet juist.

### III.

De opvatting van von Skramlik, dat rekking voor de werkzaamheid van het Molluskerhart een noodzakelijke voorwaarde is, is onjuist.

### IV.

Het orgaan van de Lacaze-Duthiers der aquatiele Pulmonaten is met het osphradium der Prosobranchiaten homoloog.

### V.

Het is wenschelijk de familie der Balsaminaceae in een afzonderlijke orde te plaatsen, die der Balsinales.

VI.

De beweging der darmvlokken heeft voor de resorptie niet die groote beteekenis, welke er door Verzàr en Kokas aan wordt toegekend.

VII.

Het branchiaalganglion der Diotocardia is niet met het supra-intestinaalganglion der Monotocardia homoloog.

VIII.

Het is wenschelijk de akte M. O. plant- en dierkunde (K IV) af te schaffen.







