

6^{ter} okt. 99**teil 1 (taxonomie, bauplan, fysiologie, sinne und reproduktion)**

CHONDRICHTHYES: knorpelfische – endoskelett, achsen – gürtel- und extremitäten-skellet besteht aus schliesslich aus knorpel (zu einem geringen teil mineralisiert, bleibt jedoch elastisch). Knorpel ist nicht gleich knochen; beim wirbeltier wird während des verknöcherungs-prozesses knorpel abgebaut und knochen gleichzeitig aufgebaut. Es fehlen bei den chondriten als charakteristische knochenbildungen die bindegewebe und deckknochen-apparat.

Beim menschen hingegen sind folgende elemente knochig bzw. knorpelig ausgeführt:

?? nervo-, und viscerocranium knorpelig, das

?? dermatocranium (schädelknochen) knochig.

Bei knorpelfischen fehlt diese knochenbildung (dermatocranium); daher sind nur das neuro- und viscerocranium vorhanden (können jedoch als ersatzknochen verhärteten). Die einzigen "verknöcherten" elemente in dieser tiergruppe sind:

?? dentin (zahnbein)

?? placoidschuppen, welche in spitzen über die epidermis in caudaler ausrichtung hinausragen.

Unter den chondriten unterscheidet man drei rezente grosstaxa:

Squaliformes (e.g. *Squalus acanthias*),

Rajiformes (e.g. *Raja lineata*), und

Holocephali (e.g. *Hydralagus*)

Taxonomische aufteilung: Heutige schätzungen belegen einen artenreichtum von insgesamt ? 1100 knorpelfisch-arten die sich in circa 60 familien und 185 genera aufspalten; generell unterscheidet man heute:

? 450 hai-arten,

? 550 rochen-arten

? 34 chimär-arten

Insgesamt also 1100 arten, welches einem gesamtanteil von 4% aller fischarten entspricht. knorpelfische sind dabei die älteste noch lebende gnathostoma-gruppe (kiefer mündige wirbeltiere).

Klasse Elasmobranchier - Selachii (Haie)	
<p>ordnung Hexanchiformes familie Chlamydoselachidae <i>Chlamydoselachus anguineus</i> familie Hexanchidae <i>Heptranchias perlo</i> (7-kiemiger hai)</p> <p>ordnung Squaliformes familie Echinorhinidae <i>Echinorhinus brucus</i> familie Centrophoridae (Schnabelhai) <i>Centrophorus lusitanicus</i> <i>Deania histricosa</i> familie Squalidae (Dornhai) <i>Squalus acanthias</i> familie Etmopteridae (Zwergdornhai) <i>Etmopterus spinax</i> familie Somniosidae <i>Somniosus rostratus</i> familie Dalatiidae (Meersau) <i>Dalitias licha</i> <i>Isistius plutodus</i> familie Oxynotidae <i>Oxynotus centrina</i> <i>Oxynotus paradoxus</i> <i>Oxynotus benicuisis</i></p> <p>ordnung Heterodontiformes familie Heterodontidae <i>Heterodontus portusjacksoni</i></p> <p>ordnung Pristiophoriformes (Sägehai) familie Pristiophoridae <i>Pristiophorus schroederi</i> <i>Pilotrema warreni</i></p> <p>ordnung Squatiformes familie Squatinaidae (Meerenge, Engelhai) <i>Squatina aculeata</i></p> <p>ordnung Orectolobiformes familie Orectolobidae (Wobbegongs) <i>Orectolobus maculatus</i> <i>Orectolobus japonicus</i> familie Parascyllidae <i>Parascyllium variolatum</i> familie Brachaeluridae <i>Brachaelurus waddi</i> familie Hemiscyllidae <i>Hemuscyllium sp.</i> familie Ginglymostomatidae <i>Ginglymostoma cirratum</i> familie Stegostomatidae (Zebrahai) <i>Stegostoma fasciatum</i> familie Rhincodontidae (Walhai, whaleshark) <i>Rhinidon typus</i></p>	<p>ordnung Lamniformes familie Mitsukurinidae <i>Mitsukurina owstoni</i> familie Odontaspidae (Sandhai) <i>Odontaspis ferox</i> familie Megachasmidae <i>Megachasma pelagios</i> familie Alopiidae (Dorsch-, Fuchshai) <i>Alopias vulpinus</i> familie Cetorhinidae <i>Cetorhinus maximus</i> familie Pseudocarcharidae <i>Pseudocarcharias kamoharai</i> familie Lamnidae <i>Charcharodon charcharias</i> <i>Charcharodon mgdasdon</i> <i>Isurus oxyrinchus</i> <i>Lamna nasus</i></p> <p>ordnung Carcharhiniformes familie Scyliorhinidae (Katzenhai) <i>Apristurus parvipinnis</i> <i>Galeus melastomus</i> <i>Halaelurus lineatus</i> familie Scyliorhinidae <i>Scyliorhinus canicula</i>; <i>S. stelaris</i>; <i>S. retifer</i> familie Triakidae (Hundshai) <i>Galeorhinus galeus</i> <i>Mustelus mustelus</i> <i>Triakis californicus</i> familie Hemigalaedidae (Marderhai) <i>Paragaleus pectoralis</i> familie Charcharinidae <i>Carcharhinus amblyrhynchus</i> (grauer Riffhai) <i>C. acronotus</i> (Blauhei); <i>C. brevipinna</i>, <i>C. leucas</i> (Menschenhai); <i>C. limbatus</i> (Black Reef shark); <i>C. longimanus</i>; <i>C. melanopterus</i> (black-tipped reef shark) <i>C. plumbeus</i> <i>Galeocerdo cuvier</i> (Tigershark) <i>Glyphis giganteus</i> <i>Negaprion brevirostis</i> (Zitronenhai) <i>Prionace glauca</i> (Blauhai) <i>Rhizoprionodon acutus</i> (Spitznasen-hai) <i>Triaenodon obesus</i> familie Spyrniidae (Hammerhai) <i>Sphyrna zygaena</i>; <i>S. mokarran</i>; <i>S. tiburo</i> <i>Eusphyra blochii</i></p>

Klasse Elasmobranchier - Bataide (Roche)	Klasse Holocephalien - Chimären (Seedrachen)
<p>ordnung Pristiformes familie Pristidae (Sägerochen) <i>Pristis pectinata</i> <i>Pristis microdon</i></p> <p>ordnung Rhinobatiformes familie Rhinobatidae (Pfannenrochen) <i>Rhinobatus lentiginosus</i> <i>R. rhinobatus</i>; <i>R. djiddensis</i> familie Platynoiraidae</p> <p>ordnung Torpediniformes familie Narcinidae (Tiefsee-rochen) <i>Narcine brasiliensis</i> <i>Benthobatis marcida</i> familie Nartidae (Schläferrochen) <i>Hypnos monopterygius</i> familie Torpedinidae <i>Torpedo marmorata</i>; <i>T. torpedo</i>; <i>T. nobiliana</i></p> <p>ordnung Rajiformes familie Arhyncholatidae (Nasenrochen) <i>Achyndcholatis sp.</i> <i>Bathyrāja pallida</i>; <i>B. abyssida</i>; <i>B. richardsoni</i> <i>Psammolatis sp.</i> familie Rajidae (Amblyraja, Diptura, Leucoraja) <i>Raja erinacea</i>; <i>R. radiata</i>; <i>R. hyperborea</i> <i>Raja oxyrhynchus</i>; <i>R. batis</i>; <i>R. fullonics</i> <i>R. naevus</i>; <i>R. miraletus</i>; <i>R. clavata</i>; <i>R. fyllae</i> <i>Breviraja cubensis</i> <i>Sympterygia acuta</i> <i>Amblyraja sp.</i> <i>Leucoraja melideuris</i> familie Anacanthobathidae <i>Anacanthobatis americanus</i></p> <p>ordnung Myliobatiformes familie Urolophidae <i>Urolophus jamaicensis</i>; <i>U. venezuelae</i> familie Potamotrygonidae <i>Potamotrygon laticeps</i> familie Dysatidae <i>Dasyatis centroura</i>; <i>D. pastinaca</i> <i>Himantura schmardae</i> familie Gymnuridae <i>Gymnura altavela</i> familie Myliobatidae <i>Pteromylaeus bovinus</i> familie Rhinopteridae <i>Rhinoptera marginata</i> familie Mobulidae <i>Manta birostris</i> <i>Mobula hypostoma</i> familie Plesirolatidae (Riesenstachel rochen) <i>Plesio daviesi</i> familie Hexatrygonidae <i>Hexatrygon sp.</i></p>	<p>ordnung Chimaeriformes familie Callorhynchidae <i>Callorhynchus millii</i> familie Rhinochimaeridae <i>Rhinochimaera africana</i> <i>Rhinochimaera pacifica</i> <i>Harriotta raleighana</i> familie Rhinochimaeridae <i>Rhinochimera africana</i> familie Chimaeridae <i>Hydrallagus affini</i> <i>Hydrallagus novaezealandidae</i> <i>Chimera cubana</i></p>

Besonderheiten bei den knorpelfischen:

Hautzähne: Knorpelfische besitzen knochensubstanz und zwar in den hautzähnen, den sogenannten placoidschuppen. Diese bestehen nämlich aus zahnbein (dentin) und sind mit zahnschmelz überzogen. Jeder einzelne hautzahn sitzt auf einer kleinen knochenplatte und sitzt durch diese fest in der haut eingebettet. Die richtigen, also auf den kiefern sitzenden Zähne, sind ebenfalls umgebildete hautzähne, denn sie zeigen denselben bauplan wie die placoidschuppen.

Kieferzähne: Die berüchtigten kieferzähne der knorpelfische sind also weiterentwickelte hautzähne. Im gegensatz zu den knochenfischen sitzen diese zähne bei haien und rochen in verschiedenen reihen hintereinander. Ist der äussere zahn abgenutzt, richtet sich der nachfolge allmählich auf und nimmt dessen stellung ein (revolvergebiss). Seedrachen oder chimären besitzen kieferzähne aus zahnplatten.

Kiemenspalten: Bei haien und rochen (elasmobranchii) münden auf jeder Seite 5 kiemenspalten in das freiwasser. An ihrer lage lassen sich beide gruppen unterscheiden:

Bei den haien liegen die kiemenspalten seitlich vor den brustflossen.

Bei den rochen auf der körperunterseite.

Die chimären besitzen auf jeder seite nur eine kiesenöffnung, da 4 innere kiemenspalten von einem knorpeligen kiemendeckel (operculum) geschützt sind.

Schuppen: Die beiden altertümlichen Gruppen der Knochenfische (Knorpelganoiden-Störe, Knochenganoide-Knochenhechte, Schlammfische) Zeichen sich durch den Besitz von Schmelz- oder Ganoidschuppen aus. Diese Schuppen sind außen mit einer harten Schmelz- oder Ganoidschicht überzogen, die sich etwa mit unserem Zahnschmelz vergleichen lässt. Die stammesgeschichtlich viel jüngeren Echten Knochenfische (Teleostei), zu der etwa 95% aller heute noch lebenden Fischarten gehören, tragen dagegen Schuppen, die nur aus Knochensubstanz bestehen. Bei diesen Knochenfischen unterscheiden wir zwei typen:

Die Rundlichen Cycloid- oder Rundschuppen werden als entwicklungsgeschichtlich älter angesehen, da der andere Typ, die gezähnten Ctenoid- oder Kammschuppen, während ihres Wachstums das Cycloid Schuppenstadium durchlaufen.

Das **spiraculum** ist eine kleine neben den augen liegende öffnung am kopf die dazu dient um wasser einzusaugen und zu den kiesen zu führen und entwicklungsgeschichtlich eine rückgebildete vorderste kiesenplatte darstellt. Die restkiesen-spalte befindet sich dabei hinter und zwischen dem kieferbogen und dem hyoidbogen. Rothen besitzen zwei grosse spiraculi, um das wasser dorsal gegen ventral blasen zu können. Das spiraculum kann auch als pseudobranchia angesehen werden; i.e. eustachischer raum (knochenfische wie störe und flossenhechte (genus *Acipenserus polypterus*) haben das auch.

Das spiraculum ist ein urtümliches merkmal und dient als öffnung der visceraltasche zwischen den umgeformten 1sten kiesenbogen und den 2ten kiesenbogen. In haien und rochen dient der 2te bogen als aufhängung des gesamten kiesenbogen-apparates (d.h. kiesenbogen wird nicht von der hirnkapsel getragen); bei chimären (Holocephalier) öffnen die kiesenblasen nicht mehr mit getrennten öffnungen nach aussen sondern via knorpelig gestützte deckfalten.

Bei den haien strömt bei hoher atemfrequenz atemwasser durch spiraculum und mundöffnung.

Rothen haben grosses spiraculi, damit das wasser dorsal gegen ventral geblasen werden kann.

Atmen in Anpassung an das Bodenleben nur durch das Spritzloch ein und schützen so die Kiesen vor den Versanden. Vor der stark auf die Körperunterseite verschobenen Mundöffnung liegen die beiden Nasenöffnungen, die im hinteren Teil von je einer Hautfalte überdacht werden.

Eine **schwimmlase** ist bei den knorpelfischen nicht ausgebildet (einer lunge homologes organ), deshalb müssen alle hochseeknorpelfische ständig schwimmen, um nicht auf den meeresboden abzusinken – auch während ihrer ruhepausen. Da knorpelfische keine schwimmlase (nicht einmal im embryonalen stadium) besitzen, können sie daher ihre buoyance nur über das eingespeicherte leber-fettgewebe "kontrollieren".

Das **revolvergebiss**, ist ein permanent wechselndes quetsch-reiss gebiss von parallel angeordneten zahnreihen (reisser bei haien und platten bei rochen).

Die **lorenzinische ampullen** sind druck- und elektro-sensitive mit gallerte gefüllte gewebtbläschen in denen sinnzellen eingelagert sind. Damit ist es diesen tieren möglich kleinste veränderungen im elektrischen feld (potentialänderungen) die aus der muskulären aktivität eines beutetieres herrührt, zu erfassen - ist besonders gut bei den rochen und bentischen haien ausgeprägt.

Eine **heterozerke schwanzflosse**, die üblicherweise dorsal zugespitzt ist und keine echte schwanzflosse wie bei den knochenfischen ist, sondern eine reduzierte flosse in der die wirbelsäule peitschenförmig verlängert ausläuft.

13^{ter} okt. 99

Befruchtung: Alle knorpelfische haben – im gegensatz zu den meisten knochenfischen – eine innere befruchtung was eine anatomische differenzierung zwischen männchen und weibchen erzwingt. Fortpflanzung der knorpelfische per copula - männchen mit kopulationsorganen (modifizierte beckenflossen = claspers).

Generell überwiegt bei knorpelfischen die lebendgeburt gegenüber der eiablage. Die trageperiode ist mit rund ? 2 jahre sehr lang, wobei die zahl der jungen relative gering ist. Da haie relative alt werden, sind sie erst mit rund 10 jahren geschlechtsreif. Als fortpflanzungsorgane dienen die beckenflossen (Mixopterygium) beim männchen (engl. claspers) die als haftorgane ausgeführt sind.

Die jagd auf tragende tiere in neuerer zeit hat fast dazu geführt das diese arten fast vom aussterben bedroht sind (werden nun schon als rote listen arten geführt).

Viele bodenbewohnende haiarten als auch rochen legen eier ab (ovipar). Eierlegende arten haben grosse rechteckige, sehr dotterreiche eier, deren hornige schale die in zipfel oder dünne fäden auslaufen, die sich spiralig einrollen und die eier an einer unterlage festwickeln. Bei anderen in bodennähe lebenden haien und rochen verbleiben die eier im mutterleib: Innerhalb des uterus schlüpfen die jungen und verweilen hier noch einige zeit, bis sie an die aussenwelt gelangen. Nur bei den pelagischen (im freien wasser) lebenden haiformen der hochsee erfolgt die embryonalentwicklung direkt im mutterleib und ohne äussere eihüllen. Die jungen werden lebend geboren (vivipar). Die ernährung der keimlinge erfolgt über eine nabelschnur aus den mutterkuchen - ähnlichen der dottersackplazenta. In der letzten fase der trächtigkeit werden die älteren jungen bei einigen haiarten schon im mutterleib zu kannibalen: Sie fressen nicht nur die noch im eileiter befindlichen unbefruchteten eier, sondern sogar ihre jüngeren geschwister nach und nach auf.

Geburts-Charakteristika:

?? Oviparität: Zurückhalten der eier durch in den ausleitungswegen bis zum schlüpfen des fertig ausgeformten jungtier;

?? Viviparität: Echte implantation - dabei liegt eine verbindung der embryos mit dem mütterlichen gewebe vor.

Zum vergleich, bei knochenfischen (Telostei) liegt eine lange embryonal-entwicklung vor, die aber dann ein fertiges fress-taugliches tier hervorbringen.

Weitere charakteristika: knorpeliges endoskellekt kann mit besten fall verkalken (Ca einlagerung); nur die knochen der zähne und die plakoidschuppen verknöchern wirklich; dermatokranium fehlt (deckknochen der schädel schützt; im vergleich, knochenfische haben das). An der kopfunterseite befindet sich die nach vorne geteilte nasenöffnung (nostrils) die per hautfalte die zu- & ausstrom aus dem nasenzäpfchen zweiteilt. Wiederum zum vergleich, knochenfische haben die nasenöffnungen dorsal. Die kiemen der knorpelfische sind noch urtümlich in dem sie taschen ausdifferenzieren die mit plattenförmigen kiemendeckel abgedeckt werden (Elasmobranchier).

Knorpelfische regulieren osmolarität durch hohen harnstoff-gehalt in ihrem blut (hypertonisch, d.h. im blut liegt eine höhere ionenkonzentration vor als im umgebenden meerwasser).

Verbreitung und fress-gewohnheiten: Knorpelfische sind dominierend marine organismen die überwiegend carnivor und sich meist im tiefenwasser aufhalten (bathypelagial - dort wo squids vorkommen). Sie fressen aber auch crustacea, mollusken die auch in seichteren gewässern vorkommen. Riesenformen wie die walhaie (whale sharks, *Rhincodon sp.*) sind rein planktivor. Generell wird die stellung der haie mit dem des "top predator" im ökosystem verglichen. Die körperrösse variiert stark. Holocephalier erreichen eine länge von ? 1m (chimären); haie weisen variationen von ? 1m (50%) bis > 2m. (20%) auf, wobei der **whale shark** (*Rhincodon sp.*) mit bis zu ? 14m bei fast 12t gewicht die grössten abmasse erreicht. Rothen: Der Mantaray (*Manta birostris*) ist ein reiner planktonfresser und erreicht im adulten zustand eine brustflossenspannweite von 6-7m bei einem körperrösse von 1.5t.

Wirtschaftliche nutzung: Rund 700 $\cdot 10^3$ t werden fischerei-rechtlich genutzt; jedoch fallen auch 40 $\cdot 10^3$ t pro jahr als "bycatch" an; d.h. rund 8.3 $\cdot 10^6$ tiere pro jahr werden nutzlos wieder ins meer entsorgt. Traditionell werden in vielen gegenden haiflossen-suppe als delikatessen angeboten. Dabei wird das knorpelige gewebe beim kochen zu einer gelartigen masse die bei nachfolgender abkühlung zu stocken beginnt; d.h. um eine solche suppe zu machen werden den haien die flossen abgehackt - der restkörper wird wieder ins meer retourniert, womit das tier qualvoll verendet....

Als **elasmobranchier** fasst man die plattenkiemer zusammen (haie und rochen). Beide vertreter differenzieren getrennte kiementaschen aus (getrennte äussere kiemenöffnungen mit inneren kiementaschen); d.h. in den kiementaschen sind die kiemen als parallele platten angelegt. Weiters unterscheiden sich die rochen von den haien in der lage der kiemenöffnung (sind bei rochen ventral, bei haien lateral) und der form der brustflossen (sind bei rochen kompress und breit, wohingegen diese bei haien im vergleich dazu klein ausgeführt sind).

Chimären unterscheiden sich hinsichtlich der kiemenstruktur dahingehend, als das eine hautfalte aus dem hypoid vor wachsen, die ein stützendes knorpel-element ausbilden und als operculum die kiementaschen überdecken (hier ist das operculum nicht mit jenen der knochenfische gleich zusetzen da es in dieser tiergruppe eine andere funktion erfüllt).

Chimären werden auch als **Holocephali** (ganzkopf) bezeichnet da sie einen oberkiefer aufweisen der mit dem neurocranium verwachsen ist.

Die klasse fossiler **eLASMORANCHIER** umfasst die haie (ordnung Selachii) und rochen (ordnung Bataide), mit den unterklassen: Holocephali (Chimären - oberkiefer ist mit der basis der hinrnkapsel dem neurocranium verwachsen).

Typische **chondrichtyes-merkmale**:

- ?? Die epizerke schwanzflosse dient dem antrieb.
- ?? Geteilte rückenflossen (first und second) ist bei allen arten fix vorhanden.
- ?? Analflosse (kann in urtümlichen formen fehlen – ist jedoch in allen rezenten formen vorhanden.
- ?? Claspers (nur bei männchen) dienen als kopulationsorgan.
- ?? Brustflossen sind mit grossen knorpelplatten zur versteifung ausgestattet (pectoral fin); sie dienen zur der stabilisierung und als steuerungsinstrument bzw. als klammerungshilfe während der copula.
- ?? Dorsaler knochenstachel (taxen bezogen - häufig bei rochen).
- ?? Charakteristiske kiemenöffnungen (gill opennings - bei haien und chimären lateral, bei rochen ventral).
- ?? Spiraculum das als einsaugdüse O₂-reiches wasser an die kiemen führt.
- ?? Unterständiges maul das mit knorpeligen elementen abgestützt ist; plakodermi (paleozoische gruppe) als die kiefertragende schwestergruppe ? phylogenetische noch ungelöst, da knorpel über die zeit nicht haltbar ist, knochen konservieren sich besser als knorpelgewebe).
- ?? Lippenfalten (labial furrow); lippenfurchen und lippenfalten sind mit knorpelstäben abgestützt um selbst-mastikation während des reiss-quetsch beissens zu vermeiden.
- ?? Nickhaut (3tes augenlid) kann zum schutz aus dem vorderen unteren augenwinkel über das auge geschoben werden; ist jedoch nicht bei allen arten vorhanden (knochenfische - ausser wenige pelagische formen, haben das nicht; e.g. bei makrelen ist es eine transparente, mit fett ausgesteifte lidbildung; zusätzlich liegt eine getrennte nasenöffnungen vor die bei knochenfischen sich auf der dorsalseite befindet).
- ?? Rostrum - schnauzenbildung mit unterständigen, ventralen nasenöffnungen (nostrils); diese sind ungeteilt und nur funktionell, mit einer von vorne nach hinten ziehenden falte getrennt.
äussere nostril: in-flux des wassers
innere nostril: outflux des wassers

20^{ter} okt. 99

- p1 - 4.39 **HAIE:** Die ältesten überlebenden wirbeltiere - sind älter als die knochenfische bis hin zu den modernen vertreten - radiation (F - Chimären) und (K - Elasmobranchier = sharks & rays).
- ordnung HEXANCHIFORMES** (6-kiemige) 2 familien mit wenig arten; kennzeichnend sind jedoch die langspaltigen, nach aussen führenden kiemenöffnungen, die zwischen 6 und 7 schwanken können.
- p 9 **Fam. Chlamydoselachidae** mit nur 1 art als mediterraner, tiefergehender bentischer hai; sind ovipar, wobei die eihülle kurz vor der geburt platzt und das jungtier lebend geboren wird; ? 40cm bei der geburt (im vergleich dazu: adulttier nur ? 1m lang); 8-12 junge / haidame sind die regel bei einer tragzeit von 1-2 Jahren.
- Fam. Hexanchidae:** Grau- oder Kammzahn-hai; weist als charakteristikum im unterkiefer eine sägeblattartige zahnreihe auf; geburtsgrösse 26cm; adulttier ? 2m., geschlechtsreif ab ? 1m; durchwegs ovipar mit 9-20 jungtiere (je nach alter); weitere genera: Hexanchus mit 2 arten; Natarhynchus mit 1 art - kann bis zu 4m lang werden.
- p10 **ordnung SQUALIFORMES** : (6 fam.)
- Fam. Centrophoridae** ist mit 10 arten vertreten; vertreter leben in tiefen von 300-1400m.; werden bis 1.6m lang und gebären 1-6 Jungen zu je 36cm länge.
- Fam. Squalidae** (Domhai): 2 genera die weit verbreitet sind und an kaltes wasser adaptiert sind; i.e. antitropisch bis gemässigt; männchen erreichen eine länge von 63-100 cm, weibchen 101-124 cm.
- Squalens acanthias:* mänchen geschlechtsreif mit 10-20 jahren; weibchen > 11 jahren; lebendgebärend mit 1-2 junge, zu 20-23 cm länge bei einer tragdauer von 18-24 monaten; man nimmt an dass er bis 100 jahre alt werden kann; noch bis ende der 70ter wurden in der Nordsee vor UK ? 34,000 tonnen gefangen.
- Fam. Etmopteridae** : stellen die kleinsten aber artenreichsten vertreter: 5 genera mit ? 38 arten. *Etmopterus spinax* weit verbreitet vom mittellmeer bis zur nordsee und vom atlantik bis nach südafrika; wird 60cm lang; geschlechtsreif ab 33-36 cm und lebt in 200–500m tiefe; sind durchwegs epibentisch wobei manche bis 2000m gehen können; sind ovipar wobei die weibchen 6 junge zu je 12-14 cm länge gebären; viele arten besitzen leuchtorgane die zwischen den plakoidschuppen, vorwiegend auf der bauchseite, eingelagert sind (von unten gesehen, durch einen matten, bläulichen schimmer erkennbar).
- Generell gilt: im mesopelagial haben die meisten fische irgendwelche leuchtorgane um beute anzulockern ohne dabei erkannt zu werden (unsichtbar durch gegenlicht-camouflage).
- Fam. Somniosidae:** 4 genera mit 15 arten (evt. Einige fsvon noch unbeschrieben); durchwegs ovipar; *Somnius rostratus* (gr. tiefenhai) wird bis zu 14m lang und hält sich meist in einer tiefe von 1000-2000m; vorkommen durchwegs im west-mediterran bis in den ost-atlantik, azoren, fallweise auch rund um japan
- p12 **Fam. Dalatiidae** : *Dalattias licha* kommt im warmen bis gemässigten gewässertemperaturen in einer tiefe von rund 60-600m vor; ist eher benthosbezogen; wird 1.5m lang und ist ab 50-60cm körpergrösse geschlechtsreif; vorkommen: im mediterran und im ost-atlantik.
- Fam. Oxynotidae:** *Oxynotus paradoxus* im mediterran; *Oxynotus beniculus* um AUS, NZ
- p13 **Fam. Heterodontidae:** 1 genus mit 8 arten; bevorzugte tiefe ab dem gezeitenbereich bis 170m; rein bentisch, meist nachtaktiv; wird 1.65m lang kann dabei einen durchmesser von 1.37m erreichen; ovipar indem es schraubige eikapseln ausformt bei einer tragzeit von 9-12 monaten; gebärt 24cm grosse jungtiere; geschlechtsreif: männchen 8-10 jahren; weibchen 11-14 jahren; Sind durchwegs typisch pazifische vertreter; laichwanderungen dauern: 5-6 monate wobei durchwegs eine strecke von 800-1000km zurückgelegt wird; legen eier in riffen ab.

- p14 **ordnung PRISTIOPHORIFORMES** (Sägehai):
Fam. Pristiophoridae: 2 genera, 5 Arten;
Pilotrema warreni ist rund um süd bis ost-africa heimisch; lebt in 60-430m tiefe; bildet kleine mäuler aus, ist daher ein typischer saug-schnapper; körperrösse 130cm; ist ovipar und gebärt 5-7 junge zu je 35cm; als eine der wenigen haiarten besitzt er eine gelenkung zw. kopf und halswirbel.
- p14 **ordnung SQUATINIFORMES** (Engelhai):
Fam. Squatinidae (engelhai oder meerengel) 1 genus, mit 15 arten; besitzt vergrösserte brustflossen und ausgefrante lippenanhängsel die mit sinnesorganen besetzt sind; ist oft im sand eingegraben; verbreitung: tropisch mit ausnahme von *Squatina aculeata* mediterrean bis ost-atlantik.
- p15 **ordnung ORECTOLOBIFORMES**
Fam. Orectolobidae (Wobbegong): bentische, nachtaktive tiere; rostrum ist zahlreich mit sinnesfortsätzen besetzt; sind ovipar mit bis zu 20 jungtieren.
Fam. Stegostomatidae (Zebrahai): monogenetisch + monospezifisch, wird 3.5m lang, ist ovipar indem es grosse eikapsel zu 17 x 8cm grösse ausdifferenziert; jungtiere sind 20-36cm lang; verbreitung: seichtwasser der riffe und entlang tropischer felsküsten.
- p16 **Fam. Rhincodontidae** (Wahlhai, whaleshark); monogenetisch + monospezifisch, wird 14-18m lang (gebürtslänge 45cm) sind reine planktonfresser (filtrierer), besitzen daher ein saugpumpensystem mit innerer kiemenspalte die in das darmrohr mündet; bevorzugt gewässer mit 21-25°C wassertemperatur, ist daher ein typisch tropischer vertreter.
- p17 **ordnung LAMNIFORMES**
Fam. Mitsukurinidae: epibentisch vertreter ab einer tiefe von 360-550m; sehr weit verbreitet, langsame schwimmer, reist mit schnellen schnapbewegungen nach beute, hat daher sehr spitze zähne; wird 3-5m lang; jagt auch im bathypelagial nach cephalopoden, weiche bathypelagiale fische und anderes.
Fam. Odontaspidae: (Sandhai), 2 genera, 3 arten, lebt in 600-1000m tiefe; reproduktionsmechanismus ist hierbei noch unbekannt.
- p18 **Fam. Megachasmidae:** wird 5-6m lang, besitzt winzige zähne, ist daher ein reiner planktonfiltrierer; hat daher innere kiemen-reusenpapillen; lebt in 150-1000m tiefe geht aber fallweise bis über 5000m tief, daher selten und schwer fassbar; verbreitung: global.
Fam. Alopiidae: (Dorsch- oder Fuchshai): 1 genus, 3 arten, verbreitung: zirkumtropisch und auch mediterrän in einer tiefe von 0-366m; wird über 6m lang; wirtschaftlich interessant (wird mit einer speziellen fangtechnik gefangen); gebärt nur 2-4 junge, die bei der geburt rund 114-150cm gross sind.
- p19 **Fam. Pseudocarcharidae:** wird 1m lang; nickhaut fehlt; besitzt sehr grosse augen; ist in einer tiefe um 600m beheimatet, geht aber fallweise auch bis zur wasser-oberfläche; vertreter sind vivipar mit max. 4 jungen zu je 40cm länge da die embryonen im uterus **adelofagie** betreiben (die stärkeren jungtiere ernähren sich von embryonen oder schwächeren jungtieren im uterus).
- p19, 20 **Fam. Lamnidae:** *Charchardan carcharias* ist ein permanenter fischer und wanderer, legt dabei bis zu 200km in 2-3 tagen zurück; meist entlang der küsten; wird 600-800cm lang kann aber bis zu 3tonnen wiegen; besitzt als predator grosse zähne; weit verbreitet in gemässigten bis subtropischen gewässern.
 In den jahren 1950-1982 gab es in Californien 1.3 attacken pro jahr; davon waren nur 4 tödlich (? 0.12/a); 20 exemplare werden jährlich in Californien gefangen; im myozön (15-45 mio. jahre) gab es einen ähnlichen vertreter *Charchadon megalodon* mit zähnen die grösser 10cm waren; bei manchen dieser art waren mass man sogar 16.8cm; solche reisszähne erfordern spezielle kiefer-konstruktion die mindestens 1m ist; schwanzflosse mass ? 1.8 m.

27^{ter} okt. 99**ordnung CARCHARHINIFORMES**

- ?? dorsalis -dornen
- ?? rostrale barteln fehlen
- ?? analis -flosse deutlich ausgeprägt
- ?? mittel lange ?
- ?? max. 5 kiemenspalten
- ?? spiraculum klein und fehlt bei hochsee-formen gänzlich.
- ?? echte nickhaut
- ?? mund reicht oft bis hinter die ?
- ?? kleine zähne
- ?? gesamt-körperlänge meist unter 1m
- ?? rein ovipar; eikapsel spindelförmig bis länglich oval

- p21 **Fam. Scyliorhinidae** (Katzenhai) *Scyliorhinus stelaris* lebt in west-mediterran und wird ? 1.6m labg; sein nordsee-verwandter ? 1m; im mediterranean noch etwas kleiner da auch die beute fische kleiner sind, sind aber dafür auch früher geschlechtsreif; männchen 39 cm, weibchen nur wenig grösser und schon geschlechtsreif; 1 ei pro ovidukt; tragzeit ? 8-9 monate; 5-11 monate hängen eier die zw. november und juli abgelegt wurden im gelege, nach dem schlüpfen, bilden die männlichen jungtiere schulen; alle vertreter sind benthos bezogen; leben von mollusken, gastropoden, polychaeten, etc.; weltweit verbreitet, in tiefen zwischen 500-2000m.
- p25 *Triakis californicus* (leopardenhai) frisst mollusken samt pflanzen.
Carcharhinus acronotus: ist ein küstennaher vertreter und weltweit verbreitet; vivipar mit dottersack-placenta, wird ? 2m lang; geburtsgrösse 38-50 cm; ernährt sich ausschliesslich von fischen; "crunch display" formt buckel wenn bedroht wird.
Carcharhinus amblyrhynchus: bewohner der küsten sowie des pelagials und lebt in 0-100m tiefe; wird 25 jahre alt; geschlechtsreif ab 7 jahren; wird 2.3-2.5m lang; geburstgrösse 45-60cm; .sehr neugierig; typische drohgebärde: wackelt mit kopf und schwanz; mikrohabitat-trennung mit dem schwarzsippen-riffhai (black tip reef shark), weicht diesem jedoch bei begegnung aus indem es in tiefere gewässer abtaucht; ist aber ansonsten im seichtwasser.
- p26 **Fam. Charcharinidae**: *Charcharhinus brevipinna* wird ? 2.8 m lang und kann beim rotieren aus dem wasser springen, wird im by catch als „trashfish“ bezeichnet da dieser d. by catch halt so bald es über bord geht.
Carcharhinus leucas wird als gefährlichste predatorische art angesehen; wird ? 3.4m lang; geburtslänge 58-81 cm; wird viel häufiger gefangen als andere gefährliche haiarten, wie z.b. weisser tigerhai; verbreitung ab 30m tiefe von hypohalinen lagungn mit 50‰ salinität, bis zuweilen limnisch, daher im amazonasdelta bis 3700km stromaufwärts wo er lebenslang verweilt um erst zur fortpflanzung wieder ins meer zurückzukehren; geschlechtsreif: männchen ab 12 jahren, weibchen ab 16 jahren.
- p27 *Carcharhinus limbatus* (schwarzspikenkai, black tip reef shark) küstenpelagisch bis 30 m, sehr aktive, wird ? 2.5 m lang, predator v. kleine haien hypersensibilisiert durch speerfischer, kann m/ spinnershark verwechselt werden jungtier in geegrass wiesen, geburtslange 38-72 cm., 1-10 stk ab 4 a geschlechtsreif.
Carcharhinus longimanus (weiss-spitzen hochsee-hai) rein ozeanisch verbreitet, wird 3.5-4m lang und attackiert auch boote sowie surfer.
- p28 *Carcharhinus melanopterus* (schwarzspitzen-riffhaie, blacktip reef shark) wird nicht grösser als 2m; gebärt nach einer tragzeit von 16 monaten, 2-4 jungtiere zu je 33-52cm körperlänge; klein, bezahnt; sehr häufig und weitaus weniger aggressiv als der graue riffhai.
Carcharhinus plumbeus (sandbar shark) wird bis zu 3m lang; sehr häufig im küstennahem pelagial; ist ein sehr erfolgreicher meist bentisch jäger; weist als eine der wenigen arten eine sehr geringe leber-gewichtsschwankung auf (siehe kapitel kreislauf, und blutbildung); führt grosse jährliche wanderung durch und bilden dabei schulen die oft nach geschlechter getrennt sind wobei die männchen früher und tiefer migrieren als weibchen.
- p29 *Galeocerdo cuvier* (tiger shark) ist ein zirkumglobaler vertreter des pelagial; ist nachtaktiv und ovipar (starke eihülle ohne plazenta aus zubilden); sehr breites nahrungsspektrum, wird daher auch als junk-food consumer bezeichnet; vergreift sich häufiger an menschen als der weisse hai (white shark); körperlänge bis 7.4m bei 3.2t körporgewicht; bei weibchen ist die körperlänge durchschnittlich 3-5m; gebärt zwischen 10-82 jungtiere;
Glyphis gangeticus ist ein fast limnischer vertreter und daher in vielen flüssen Indiens beheimatet; wird max. 2m; hat sehr kleine augen und bevorzugt daher trübes wasser.

- p30 *Negaprion brevirostris*: (Zitronenhai) best-untersuchtete art; wird 3.4m lang und bis zu 27 jahre alt; ab 6.5 jahre erst geschlechtsreif, wirft 4-7 junge zu je 60-65cm körperlänge; bei diesen tieren wurde der stoffwechsel und die beisskraft gut untersucht, dabei erreicht er die 2.5 fache stoffwechsel-rate des *Acanthias* (Dornhai); ein 70cm grosses jungtier kann 3% seines gewichtes an nahrung pro tag aufnehmen; d.h. alle 100 tage kann es sein gewicht verdoppeln; jungtiere verbringen ihre zeit gerne in *Zostera*-wiesen; beanspruchen aber ca 6-8km² pro jungtier; im vergleich dazu das adulttier rund 300km²; gilt als potentiell gefährliche spezies. *Prionace glauca* (Blauhai) gefährliche art die auch boote angreifen kann; körperlänge 4-6m und lebt in 12-25°C temperierten gewässern in tiefen von 80-220m; ernährt sich von tintenfisch-schwärmen die er verfolgt; frisst aber auch walkadaver; zeigt ein auffallendes "test feeding" verhalten - beisst zu um zuschauen ob's schmeckt; jungtiere 35-44cm lang; geschlechtsreif sind die männchen zwischen 4-5 jahren, die weibchen zwischen 5-6 jahren.
- p31 *Rhizoprionodon acutus*: (spitzennasen-hai, milchhai) wird bis 1.8m lang; geht in küstennahen zonen bis 200m tief. *Trianeodon obesus* (white tip reef shark) sind nachtaktive tiere; werden bis 3m lang; sind rein benthisch; lässt sich mit den gezeiten in ein riff bzw. aus diesem raustreiben; wird bis zu 25 jahre alt; und ist mit 5 jahren geschlechtsreif; gilt generell als wenig aggressive form.
- p32, 33 **Fam. Sphyrnidae** (hammerhai)
Sphyrna zygaena, wird bis zu 4m lang; kann gefährlich sein; weist viviparität aber auch eine dottersack-plazenta auf; gebärt 29-37 jungtiere, die pro stück 50-61 cm lang werden.
Sphyrna makarran wird bis 6m lang (meist jedoch um die 4m); gebärt zwischen 13-42 jungtiere die pro stück 50-70cm lang sein können; tragzeit rund 7 monate; gilt generell als potentiell gefährlich.
Eusphyra blochii 1.5m.lange art; geburtslänge 32-45 cm.

3^{ter} nov. 99

Klasse **ROCHEN – RAYIFORMES** : lösten sich vor bestimmter zeit aus der gruppe der haie heraus; sind daher die evoluiertesten, modernsten (jüngsten) knorpelfische; trotz ihrer um rund 100 arten reicheren familie als der der haie, sind sie die am schlechteste untersuchte tiergruppe (ist zum einen durch deren kleinheit, deren tiefgang und zum anderen aufgrund ihrer relativen ungefährlichkeit begründet); folglich wurden mehr als 50% der bekannten arten in den letzten 40 jahren bestimmt.

skizze Eine besonderheit in der sich haie und rochen unterscheiden ist in der kieferapparat-aufhängung zu erkennen:
Im gegensatz zu den haien, die ein hyoidmandibulare aufweisen das den hyoidbogen abstützt und kiemenstrahlen aufweisen die die kiemen abstützten, weisen die rochen ein dorsales und ventrales pseudohyphoid auf (aus dem kiemenstrahlen des echten hyoidbogens entstanden) - bei rochen ist das stülförmige hyomandibulare weit und lang herauskippar, da der oberkiefer lose im bindegewebe hängt und überhaupt nicht mit den neurocranium verwachsen ist (extreme hyostelie); die kiemenbögen bei rochen bestehen aus epi-, carato-, und hypo-branchiale.

skizze Ein besonders auffälliges merkmale sind die brustflossen der rochen; dabei erkennt man speziell ausgeführte stützknorpel die hinter den nasenkapsel, seitlich und vor den augen ausgebildet sind; es handelt sich dabei um ein trans-orbital-knorpel, die sich häufig mit den brustflossen verbinden. Die knorpel-basiselemente der brustflosse sind die ursache für die ondulierenden bewegungen; dabei sind die durch elastinfasern aufgebauten flossenstrahlen in der lage die kinetische energie (E_{kin}) während der deformation zu speichern und dadurch elastisch (muskellos) rückfedern. Pro- & Metapterygium (basisknorpel der brustflosse) laufen nach vorne bzw. hinten übers rostrum und ergeben eine breite burstflossen-weite die saumförmig am körper anliegt.

Verschmolzene wirbelkörper (Cervico-thoracales-synarcale) bauen das knorpelrohr auf welches die corda enthält; darunter in einem erweiterten rohr läuft das rückenmark, wirkt daher zusätzlich aussteifend; man spricht auch von thoraco-lumbales synarcale wenn der lenden bereich auf solch eine weise versteif ist.

skizze Bei rochen lagert sich der schultergürtel an die verschmolzenen wirbelkörper an; dadurch ergibt sich das das coracoid (ein durch ein brustbein verschlossener brustkörper) geöffnet bleibt und dadurch die kiemenaustritte auf die ventrale seite verlegt (hypotremata = kiemenöffnung am bauch); die darstellung der verbindung von schultergürtel und versteifter wirbelsäule mach das deutlich;

Eie weitere besonderheit besteht darin dass haie eine nickthaut besitzen; bei rochen hingegen ist das obereste augenlid mit den sklera verwachsen; dadurch ergeben sich steife, und verkleinerte augen; um das visuelle defizit zu kompensieren, ist das seitenlinien-system und die elektro-rezeptoren viel bedeutender.

Rochen gliedern sich in 5 Ordnungen.

p35 **ordnung RHINOBATIFORMES** (2-3 fam., 7 genera, 40 arten)
Fam. Rhinobatidae (gitarren-, oder geigerrochen): allein diese gruppe umfasst 4 genera, 30 arten; weist als eine der wenigen rochenarten eine epizerke schwanzflosse auf; besitzt breite freiständige brustflossen und wirkt generell eher sehr urtürlich;
Rhinobatus sp. ist ein reiner shelfsee bewohner;
Rhinobatus rhinobatus ist ein mediterraner vertreter;
Fam. Platynoirdae (fächer- oder dornrochen): nur 3 arten, kennzeichnend ist das kurze rostrum.
Fam. Zanobatidae (pfannenrochen): 2 arten die nur in Indien vorkommen.

p36 **ordnung PRISTIFORMES**
Fam. Pristidae (segelrochen): 4 genera, 7 arten; weist breite und stark verwachsene burstflossen auf, wobei der caudal zugewandte teil der pectoralflosse mit einem weiten hinterrand frei aufgehängt ist; sehr urtürlich; hat weiters 2 grosse 3-eckige rückenflossen und eine heterozerke schwanzflosse; rostrum ist bezahnt; die vertreter dieser familie werden bis zu 7m lang und können bis in flüsse und estuaries eindringen; sind ovipar indem sie die eier zurückhalten.

- p37 **ordnung TORPEDINIFORMES** (elektrische / zitterrochen): 4 familien, 11 genera, 55 arten; sie differenzieren ein elektrisches organ das zwischen burstflossen und kiemenregion aus, welches sich aus modifizierter brustmuskulatur hervorgebildet hat (brustmuskelpplatten); spannungen von 15-50 volt können dabei gebildet werden; das funktionsprinzip gleich einem kondensator der spannungsgeladen in bereitschaft liegt und durch nervöse ansteuerung zur entladung kommt um beute zu fangen (lähmung) bzw. andere tiere abzuschrecken; kennzeichnend für diese gruppe sind die:
- ?? 2 kleinen gerundeten dorsalisflossen ;
 - ?? ein mundvorhang der den wasserausstrom in richtung nase umleitet;
 - ?? grossen antorbital-knorpel die nach vorne gerichtet sind; ist gelenkartig mit dem rostrum verbunden;
 - ?? ausgeprägte synarcuale (verschmolzene wirbelkörper) wirbelsäule;
- Fam. Narcinidae:** (blindrochen, tiefsee-rochen), arten die sich zwischen 800-1000m tiefe aufhalten; sehvermögen durch kleine augen reduziert die zusätzlich durch eine fettfalte überdeckt sind; vorhandene marmorierungen können altersbedingt sein; kaum plakoidschuppen, weisen daher eine sehr weiche haut auf; sind global verbreitet in warmen gewässern zu finden.
- Fam. Nartidae:** (schläfer, blindrochen), 5 genera, 11 arten, charakteristisch ist deren weiche schleimige körperdecke;
Tyflon sp. (Blind) kommt nur um NZ vor;
Hypnos monopterygius weist nur 1 dorsalisflosse auf; ist rund um AUS beheimatet;
- Fam. Torpedinidae:** 1 genus, 27 arten, ist eine zirkumglobale gruppe die bis 2m durchmesser erreichen kann; sind vivipar (lebendgebärend) und vergraben sich gerne im sediment, wobei nur die augen und das spiraculum über die sand-oberfläche herausragen; haben dünne zarte kiefer der sehr weit vorstülpen lässt.
- 10^{ter} nov. 99**
- p40 **ordnung RAJIFORMES** (skales, echte rochen) diese gruppe ist seit der kreidezeit nicht mehr in EU vertreten; ursprungsgebiet aus dem pazifischen raum, fehlen jedoch im roten meer, persischen gulf sowie auf der gesamten pazifischen platte;
 gesamtlänge erreicht 30cm-2m., hautzähnen (placoid-dentikel???) sind geschlechtsdimorf; antorbital-knorpel ist relative klein und sehr fest mit dem propterygium verbunden; weitere besondere kennzeichen sind die:
- ?? 2 kleinen rundlichen dorsalisflossen sowie beckenflossen als typisches kennzeichen;
 - ?? besitzen keinen schwanzdorn - keine heterozerte schwanzflosse;
 - ?? die pektoral-flossen sind mit stützstrahlen durchzogen die bis über die nasenöffnung hinaus reichen;
- p43 ?? sind fast durchwegs ovipar indem sie rechteckige eikapseln ablegen;
 ?? besitzen elektrische organe in der schwanzregion;
 ?? kommen nur selten über kalkhaltigen hartböden und nicht unter 3000m tiefe vor; sind aber eher auf schlamm- und sandböden häufig; viele arten haben oft nur sehr geringe verbreitungsgebiete (viele endemische arten, die sich dann entlang der küste abwechseln - charakteristisch für gewisse regionen);
 ?? drei verschiedene hauptverbreitungstiefen: 0-500m, 500-1500m. (wenige), 1500-2900m (wenige)
- Fam. Arhyncholatidae** (weichnasen-rochen)
Achyndcholatis asperinuss ist als einzigartiger vertreter nur in NZ beheimatet;
- Fam. Bathyraja** (tiefenrochen) 11 genera, 81 arten.
B. pollida: 2400-2950m.
B. abyssida: 1100-2900m
B. richardsoni: 1370-2400m
Psammlatis (sandrochen) 8 arten.
- Fam. Rajidae** 19 genera, 136 Arten, besonders artenreich im nord-atlantik.
Amblyraja, 10 arten.
Dipturus (2-schwänziger rochen)
Leucoraja melideuris: 12 arten global.
Rajella sp. mit 15 arten, 3 verschiedenen gruppen wovon noch einige nicht beschrieben worden sind; 6 arten im nord-pazifik, west-atlantik bis ost-pazifik (amfiamerikanisch);
- Fam. Anacanthobathidae** (Beinrochenartige) m/ kompliziert gebaut beckenflosse.

p44

ordnung MYLIOBATIFORMES (stachelrochen)**Fam. Myliobatidae** (mantarochen) 2 genera mit 17 arten; kennzeichnend für diese gruppe sind:

- ?? nur eine gerundete dorsalisflosse die oft reduziert sein kann;
- ?? weisen keine rostralknorpel auf;
- ?? haben nur kleine, nach hinten gerichtete antorbital-knorpel;
- ?? nasenöffnungen sind stark angenähert;
- ?? besitzen keinerlei elektrische organe;
- ?? weisen am schwanzende einen giftstachel auf, der oft versenkt ist und von einer epidermalen giftdrüse versorgt wird;
- ?? generell, eine gruppe mit grosser formenvielfalt;

Fam. Plesirolatidae (riesenstachel-rochen) 1 genera mit 1 art *P. davesi*;**Fam. Hexatryganoidae** arten die bis zu 2m lang werden können und nur im pazifischen raum von südafrika bis hawaii vorkommen;Klasse der **HOLOCEPHALI** (chimären)

Oberkiefer-lager ist fest mit der basis des schädels verwachsen = autostylie; die gemeinsamen merkmale sind:

- ?? meist kleine gruppen mit ? 34 arten; generell wenig bekannt;
- ?? alle ovipar;
- ?? 10 grosse gruppen a je 3 familien;
- ?? werden selten über 1m lang (inclusive schwanzlänge können einige die 2m marke erreichen);
- ?? spitzer schwanz- und rostral-bildung sind sehr charakteristisch;
- ?? pharynghyale (?)
- ?? dorsale knorpelstückchen umschliessen den neuralbogen, jedoch ohne bezug zu kalkringen;
- ?? synarcuale formt 10 durchtritts-löcher aus die als austritte der spiralenerven dienen;
- ?? sehr grosse ovale eikapseln - sehr abgeflacht die ? 40cm gross sein können;
- ?? keine wirbel körper bildung;
- ?? typisches vorkommen in kalten bis gemässigten gewässern der südheimisfäre;

skizze

Fam. Callorhynchidae: 1 genus, 3-4 arten,

kennzeichnend für alle ist die pflugschar-artige papille (bestehend aus 3 rostral-fortsätzen) die stark mit electro-rezeptoren durchsetzt ist; haben leptozerke schwanzflosse; seitenlinien organ bestehend aus knorpelringen die mit poren durchsetzt sind; weisen keine kalkringe in die chordascheide auf sondern nur massiv mit collagen durchsetzte;

typischer vertreter: *Callorhincus milii*.

p56

ordnung CHIMAERIFORMES

besitzen ein offenes ringgestütztes seitenlinien-system; haben eine reduzierte schwanzflosse; und kalkringe in der chordascheide;

Fam. Rhinochimaeridae (nasenchimäre).*Rhinochimera africana* (3 arten)

Hariootta und Neohariootta (je 2 arten); haben auslaufende opercularschalen; kommen allgemein in tieferen gewässern zwischen 600-1800m vor;

p57

Fam. Chimaeridae.

Hydalagus (17 arten) kommen in tiefen über 1500m vor; kaum ahnung über deren biologie; vorkommen: von alaska, philippinen, bis NZ;

Chimaera (6 arten) mit frusta-artigen schwanz; haben dünne zahnplatten die mit scharfer klingentartigen seitenplatten besetzt sind; kommen zwischen 0-2000m vor; von mediterran bis NZ;

17^{ter} nov. 99**Bau und funktion der körperdecke**

Ektodermale epidermis liegt in form eines mehrschichtigen epithels vor. Der übrige anteil ist mesodermalen ursprungs (CUTIS). Strukturen der epidermis und des mesoderm beeinflussen sich hingegen gegenseitig.

CUTIS: besteht überwiegend aus kollagenem bindegewebe; kollagenfasern sind periodisch geschichtet sind, wobei die proteinstrukturen kaum denkbare aber trotzdem sehr elastisch sind (diese festigkeit nutzt man bei Vertebraten um leder zu machen, da das epithel der epidermis nur indirekt per diffusion von gefässen versorgt wird (diese liegen unter der abgrenzenden basalen matrix des epithels wo sie aber sehr dicht angelegt sind).

p61 - 8.22 Das *Stratum laxum* ist eine lockere schicht die sich von der epidermis abgrenzt; sie ist sehr gefässreich, zell- und perikarien-reich, mit eingelagerten melanoforen (pigmentzellen) die aus der neuralleiste einwandern; typisch für diese melanoforen sind deren extreme verzweigungen die bis zu den papillen reichen können (womit bei vertebraten die haarfarben bestimmt wird) ist daher gewebefärbend.

Dermale dentikel (= plakoidschuppen) sind hautgebilde in form von hautzähnen die tief ins ektoderm reichen bzw. im mesoderm wurzeln.

Unter dem *Stratum laxum* liegt der vascular layer (faserlage) als *Stratum compactum* die in wechselnder abfolge als sich kreuzende kollagenfaser-bündel ausgebildet sind;

(anmerkung: sehnen sind eine anreicherung von massiven kollagenfasern in reinkultur! unaufgewärmte sehnen können daher reißen; i.e. Achilles-sehnenriss muss mit periostakum vernäht werden, erst bei der abnahme des gipsverbandes weiss man's ob gelungen ist).

Kollagenfasern ziehen mit einem bestimmten muster zur hauptachse den fischkörper entlang. Fischepidermis enthält auch schleim- und seröse drüsen (auch giftige, i.e. basis von stachelrochen); grosse drüsenpakete liegen in der basis der Myxopterygien; enthalten vorwiegend schleimdrüsen die im kopulationsprozess eine wichtige rolle spielen.

p61 - 263c **Körperdecke und färbung:** Bei der mehrzahl der arten herrscht ein grau bis graubraun vor und kann durch einlagerung von guanin und melanin auch einen bläulichen schimmer annehmen; z.B. iridocyten (blaue pigmenttupfer im *Stratum laxum* kommt durch die guaninplättchen vor); erscheinen aber erst bei lichtreflexionen blau. z.B. *Teniura* (blauer gefleckter Stachelrochen) *Aetobatus* (Adlerrochen mit weissen Tupfen).

Generell gilt: Benthos-bezogene sind eher marmoriert, gefleckt, e.g. Leopardenhai, Woggegongs; etc.

Freiwasser-bezogene sind unterseitig hell-weiss; oberseitig dunkel-grau wodurch ein camouflageneffekt erreicht wird - erscheint im gegenlicht weiss (countershading) - im oberlicht dunkel. Schulenbildung von hammerhaien (nur im juveniler stadium und meist in lagunen (nurseries), bei langzeit-aufenthalt dunkeln sie nach (speziell wenn die ebbe den weg ins freiwasser absperrt) ? pigmentvermehrung und nachbräunung schützen gegen die stärkere UV-einstrahlung.

Plakoidschuppe (hautzahn-bildung) - bei mammalia ist dentin und schmelz durch ineinander verdrehte strukturen abgegrenzt; da die schmelzschicht aus dem ektoderm stammt ist der mammalia -zahn nicht mit der placoidschuppe vergleichbar.
 Mesodermale verdichtung führt zur ansammlung von zellgewebe die eine papille ausbildet; so stimuliert, reagiert die darüber liegende epidermis gleichfalls in dem das *Stratum germinativum* sich vergrössert.
 In der epidermis wird auch eine epithelartige schichte ausgebildet, die ameloblasten (schmelzbildner), die in späterer folge das schmelzorgan bilden.
 Obwohl der schmelz (enamel) nur wenige μ m stark ist (liegt parallel in einer matrix eingelagerte kristalle, zur zahn-oberfläche sind diese im anfangsstadium von grossen ameloblasten umgeben; deren aufgabe es ist es das Ca^{2+} aus der umgebung zu inkorporieren um es in der eben besprochenen enamelschicht abzulagern. Unter dem dentilayer liegt der mesodermale papille die reich vaskularisiert ist (nährstoff zu- und abtransport) und das zahnbein darstellt (odontoblasten) mit einer zentralen höhle (pulpa = pulp cavity = zahnkanal); dentinkanälchen sind mit auslaufenden odontoblasten durchzogen. Osteoblasten sind polar arbeitende osteocyten (i.e. reine richtung); liefern gegen das schmelzorgan (enamel) dentin hin, das heisst anlagerung des dentins von innen her;

p61 - 8.22

Sharpey's Fiber: Kollagenfaser-bündel mit einem bestimmten aufbau.

(Ähnlich der zahnverankerung bei mammalia, die in das *Stratum compactum* (bindegewebe) hineinreicht. Vertikale bindegewebs-züge vernetzen das *Stratum compactum* mit der knöchernen basis (bony base - placoid Sockel) und dem fascicle der darunterliegenden muskulatur (= feste kollagenhülle die den muskel umhüllt - siehe sänger).

Folglich: Bewegungen der muskulatur werden somit indirekt an die placoidschuppe übertragen bzw. können als antagonististen zur körperdecke wirksam sein.

Morfologie der placoidschuppe:

Oberseitig: Krone (enamel + dentin), halsteil (neck), und basisteil (bony base). Ausrichtung der spikes immer in richtung caudal.

Wachstumsvorgang bis zur vorbestimmten endform, d.h.: geschlossenes hautdentikel-kleid am gesamten körper auch im juvenilen stadium. Im laufe der wachstumsfase muss es allerdings ständig nachgebildet werden; das übernehmen die im mesoderm eingelagerten papillengruppen, die die aufgabe haben junges zahnbein nachzubilden.

Resumè: Körperdecke zeigt unterschiedliche stadien an fertig ausgeformten hautzähnen, die der jeweiligen körpergrösse entsprechen; je grösser der hai, desto mehr zähnen braucht es bzw. bei verletzungen, müssen nachgebildet werden; so lassen sich in einem hautabschnitt bis zu 5 generationen an hautplättchen finden womit auch bewiesen ist dass alte abgestossen werden; abstossung erfolgt durch osteolytische prozesse an der basis (osteoclasten); sobald die basis resorbiert ist, fällt die placoidschuppe aus? bis zu 1000 plakoidschuppen pro jahr fallen natürlich ab.

Pigmentierung der zähnen durch melanin-eintritt an der grenze zur epidermis und des mesodermalen dentin-materials.

p64 - 1 + 7

Placoid-ausrichtung: Oft als leistenmuster so ausgebildet dass es wasserströmungen zu den körperöffnungen hinleitet; e.g. zu grubenorganen die mit elektrorezeptoren bzw. strömungsrezeptoren besetzt sind (= versenkte Rezeptoren).

Grundregel: Öffnungen sind jeweils mit einer grossen vorderen und hinteren placoidschuppe umzäunt um so den wasserstrom besser einleiten zu können; (nasenöffnungen sind ebenso umfasst; hier kommt jedoch als zusätzliches element die faltung der haut dazu). Vor und über den augen sind die schuppen so gelagert dass der wasserstrom möglichst weggelenkt wird um so den strömungsdruck auf die augen zu reduzieren. Ebenso an den flossenkanten um wirbelbildungen zu vermeiden. Bei verletzungen ist dieses strömungsgefüge jedoch gestört;

Aufbau der körperdecke ist sexualdimorf (weibchen sind dickhäutiger mit kräftigeren schuppen). Der Grund liegt darin dass das paarungsverhalten sehr ruppig sein kann da das männchen das weibchen beisst (speziell bei *Archarinus* und *Brianace* arten mit einem wirklich grobem paarungsspiel. Das schuppenkleid ist nicht homogen -es ist am Bauch anders als an den flossen oder am rücken.

Funktion der schuppenkleids :

?? Schutz in allgemein;

?? Drag Reduction: in schnell-schwimmenden formen greifen die kronen der schuppen ineinander (*Heterodontes*) und formen rillen (grooves), analog dem golfball mit genoppter oberfläche;

Generell gilt: je schneller ein tier, desto enger das leistensystem des schuppenkleids; je urtümlicher, desto langgezogener; je rezenter die form desto breiter (verkürzt in längsrichtung daher übergreifend, womit sich die leisten verengen); siehe Hammerhead schuppe!

?? Versteifung der körperdecke bei benthischen formen (gegen abschabungen, verletzungen so wie *Heterodontes*-, *Entrophorus*-, und *Echinorhynchus*-arten mit dornenplatten.

?? Verteidigung, *Squatina* als weichboden-bewohner; *Somniosus* (spiessige schuppen als verteidigung gegen andere haie die ansonsten "chunks" herausreißen würden) blähen sich auf indem sie H₂O schlucken und dabei die spiessigen schuppen aufrichten (daher ist die basis breiter als die krone!)

?? Cammouflaging durch "countershading"; die familie der *Etmopteridae* (Zwergdorn- bzw. Leuchtdorn-haie) besitzen auf der bauchseite zwischen den schuppen leuchtorgane zum zwecke des countershading um gegen die wasser-oberfläche unsichtbar zu erscheinen; verschwindet daher von unter her gesehen (kommt auch bei mesobathy-pelagischen fischen vor). Je tiefer schwimmend, desto geringer ist die fotoforen-dichte (ab einer tiefe von >1000m sind jedoch keine fotoforen mehr vorhanden).

- p65 - **Bewegungsapparat:** Bewegung kommt durch flossenbewegender muskulatur sowie dem achsenskelet als formsgebender als antagonist zustande (inkludiert schädel und wirbelsäule mit der direkt aufliegenden knorpelgestützten dorsalflosse).
Caudalis: Der entscheidende heckmotor bei haien ist die schwanzflosse; dabei wird die gesamtheit der wellenförmig verlaufenden bewegungen der muskelsegmente auf die breite fläche der schwanzflosse übertragen; womit der vorschub, auftrieb, und abstieg erreicht wird. Die rückenflossen sind fast unbeweglich.
- p65 - oben **Dorsalis:** Rückenflossen mit grossen basalknorpel-platten die mit aufsteigenden radialen knorpelstäben durchsetzt sind. Die flossenspreite besteht aus **ceratotrichia** (kollagenfasserbündel mit hohem anteil an elastischen fasern - haiflossen-suppe) die die deformationsenergie durch die schwimmbewegung in form von kinetische energie speichern, sich daher selbständig rückstellen und somit bewegungs-erleichternd wirken. Die dorsalisflossen sind epidermalen urprungs (evtl. mesoderm - ist noch ungeklärt). Ein querschnitt durch die flosse zeigt dicke und dünne ceratotrichia; dabei handelt es sich um eine frühere generation die medial liegt (in die tiefe gelegt) und eine jüngere generation die perifer liegen und dünn bleiben; zusammen bilden diese fasern das energiespeichernde element. Ceratotrichia werden in der basement membrane gebildet.
- p67 - 8.47c
- p65 - oben **Wirbelsäule der haie:** Um die chorda herum liegen stark verkalkte knorpelringe, die **centra** (= wirbelkörper) an denen dorsale elemente aufsitzen (basisdorsale). Zwischen den centros liegen fastige zwischenwirbel-scheiben.
 Entscheidend ist die zwar gegliederte aber starre wirbelsäule; es gibt keine gelenke, da das achsenskelet als antagonist zur links bzw. rechts gelegenen muskulatur wirken soll.
 Die basisdorsalis -elemente liegen dorsal und umgeben den neuralkanal und weisen perforationen (neural foramen) auf, die ventralen nerven austritts-möglichkeiten bieten; in den interdorsal-elementen hingegen, treten die sensorischen wurzeln (dorsal foramen) durch ähnliche perforationen wieder ein. Folglich ist eine lochreihe zu erkennen.
- p66 - 6.38ab Bei rochen und haien findet man am ende der leibeshöle (schwanzregion) die **diplospondylie**, dabei handelt es sich um eine verdoppelung der knorpelringe die neben der bestehenden innervierten basis - und interdorsalis eine zweite basi- und interdorsalis bilden die nicht durchnervt sind; d.h.:
 ?? Im torso, pro segment 1 wirbel (Centra) mit 1 basi-, 1 interdorsalis und 1 interventralis;
 ?? Im schwanzbereich, pro segment alles doppelt angelegt.
 Weiters haben knorpelfische kurze kräftige rippen, die vom kiemendarm bis zum leibeshöhlenbereich reichen, die dorsal im horizontalen myoseptum entstehen. Entlang dieser rippen laufen septa d.h. ein wirbelkörper liegt zwischen 2 segmenten, womit die segmentgrenzen nicht an die wirbelgrenzen aufsetzt!
- p66 - oben Vorteil: Kraftübertragung der myosepten auf wirbelkörper ist wesentlich besser; erlaubt daher eine indirekte muskelkraft-übertragung über den ansatz der muskelsepten auf die achse.

24th nov.99

- Wdhlg:** Neuralbögen sind aus 2 elementen aufgebaut: Basidorsale und interdorsale; die wirbelkörper bilden sich aus basiventraler mit massiven einwanderungen sowie nachfolgender verkalkung. Es gibt keinen knochen, ausser den kleinen hautzähnen und die reisszähne. Hinter der leibzone befindet sich die diplospondyle region in welche pro segment die wirbeleinheiten doppelt angelegt; i.e. 2 centra, 2 basidorsale, 2 interdorsale, etc. Im ganzen ist die wirbelsäule sehr biegsam aber doch festigkeitsgebend da keine gelenke existieren.
- Chimären:** Weichen von dieser generellen struktur ab; besitzen kalkringe mit bindegewebiger umhüllung die als chorda fungiert und sich lückenlos durchzieht; vom aufbau her kleine basidorsale und interdorsale, jedoch keine wirkliche centra (acentrische wirbel) mit mächtiger chorda die mit kalkringen ausgesteift sind (taxonomisch relevant).
- p.75 - 6.39a
- Muskulatur** Geht zurück auf die segmentale portionierung / gliederung des dorsalen mesoderms mit einhaltung der portionierung in den einzelnen muskelpaketen. Charakteristisch für urtümlich gebaute und kiefertragende wirbeltiere ist die trennung in eine epaxiale und hypaxiale muskulatur (Zyklostomia bzw. Agnatha haben das nicht); bringt den vorteil einer geteilten innervation womit der dorsale unabhängig vom ventralen Teil her bewegt werden kann.
- p.68 - 58
- Alle diese septen (muskelsegmente) sind durch myosepten gegliedert (kräftige kollagene bindegewebs-wände). Die faserung zieht sich von septum zu septum; d.h. die muskulatur verläuft mehr oder weniger parallel zur körper-längsachse. Daraus folgt dass im prinzip in der dorsalen (epaxialen) körperhälfte 3 ineinander konzentrisch geschachtelte muskelbündel in der ventralen (hypaxialen) nur 2 davon vorliegen - ist besonders in der schwanzregion offenkundig. Wie bei allen wirbeltieren üblich gibt es 2 unterschiedliche fasertypen: Die rote und daher mitochondrienreiche muskelfaser (75µm im querschnitt) und die weisse mitochondrienarme muskelfaser (200µm im querschnitt); Rumpfmuskulatur besteht aus 24.4% roter faser (auf die lateralen körperhälften, aussen konzentriert) und 75% weisser faser. 0.6% des faseranteils fallen auf die oberflächlich gelagerten fasern mit ca. 125µm querschnitt (nur histochemisch unterscheidbar). In der regel liegen aussenseitig die roten fasern bzw. ober- und unterhalb des septums. Die rote faser reicht aufgrund ihrer stärkeren durchblutung aus um langsame, kontinuierliche schwimmbewegung auszuführen; die grosse masse an weissen fasermaterial, die fast anoxisch arbeitet, kommt bei spurt-sprint anforderungen zum einsatz; i.e. angriff oder flucht. Lassen sich daher nicht als dauerantrieb einsetzen.
- Schwimm-bewegung** Bei haien bestens untersucht ist es eine schlängelnde bewegung; anhand von vektordiagrammen lässt sich die schubkraft als vorschub- und als liftvektor zerlegen. Durch die stellung und verdrehung der brustflosse bzw. verflachung der kopf-unterseite kann der Hai die richtung beeinflussen; bei hammerhaien kommt der vorgelagerte knorpelsystem zum tragen, der die bewegung stabilisiert sowie das rezeptorfeld ausweitet (augen sitzen an den aussenkanten). Analog zum auftriebsprinzip bei flugzeugen trägt die rundlichere dorsale körperhälfte zum auftrieb bei (ventrale körperfläche ist viel abgeflachter). Die brustflossen stabilisieren zudem die pendelnde, caudal verursachte schubkraft das rostrum (kompensation notwendig) und sorgt somit für eine ruhigstellung des kopfes. Während des schnellschwimmens werden tiefer gelegene muskelpakete versteift (weisse muskulatur) womit eine längere hebelwirkung bei grösserem kraftaufwand erreicht wird. Zumal brustflossen sehr beweglich sind kann der hai vertikalbewegungen (nach oben bzw. unten) leicht ausführen wobei der bewegungsablauf wie bei allen massen um den schwerpunkt vollzogen wird.
- p77 - 7
- Dorsalis und analis-flossen tragen zur effizienz der schwimmbewegung bei; daher sind die positionen laut darstellungen sehr fix; nur die ventralis wechselt in den verschiedenen arten ihre position. Es gibt eine kritische geschwindigkeit ab der ein hai beim burst-schwimmen nicht mehr ventiliert (atmet - spiraculum durchsatz zu gering). Folglich kommt es in der weissen muskulatur früher oder später zu anoxischen bedingungen. In den skizzen ist daher nur die tail-beat-frequency (periodendauer = 1 schwanzschlag) angegeben bei der normal ventiliert wurde. Burst-schwimmbewegungen können bis zum 10-fachen der körperlänge pro sekunde erreichen. Negativ-korrelation: Je grösser das tier desto kleiner sind die flossen (bleiben im laufe des wachstums zurück).
- p77 - 4-6

- p78 - 4.9 Die Dichte eines Individuums entscheidet darüber, ob es in Schwebelage bleibt oder auf- bzw. absinkt (ist aber auch von der Temperatur und der Balance abhängig). Pelagiale Formen haben naturgemäß die geringste Dichte (siehe Formel und den daraus sich ergebenden Prozentsatz) bzw. je benthos-bezogener desto schwerer wird das Individuum.
- p78 - 4.21 Dazu im Bezug steht die Dichte der Leber, die im pelagialen Organismus nur halb so stark auffällt als bei benthischen Formen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Fettgehalt zur Lebergröße in logarithmisch Zusammenhang steht (Öl ist leichter als Wasser).
- p78 - 4.29 Es kann vorkommen, dass die normalerweise nach aussengelagerte rote Muskulatur nach innen verlagert ist. Damit wird erreicht, dass das kapillare System dieser Muskulatur bis zu 7°C höher temperiert ist, daher bei maximaler Effizienz arbeitet (ist bei Fischen mit normalerweise exothermen = Umgebungstemperatur angepassten Körpertemperaturen ungewöhnlich) wurde bis dato nur bei Schnellschwimmern beobachtet (incl. Thunfischen).
- Flossen-
morphologie**
- ?? Bei pelagischen Formen liegt eine deutlich grössere 1^{te} Dorsalis gegenüber einer eher schwach entwickelten 2^{ten}. Schwanzflosse ist annähernd symmetrisch bei grossen heterozerken Winkelöffnungen (Hypozerkaler = unterer, und heterozerkaler = oberer Winkel mit 45°).
- p79 ?? Alle pelagische Formen besitzen an der Schwanzflosse eine horizontale Stabilisierungskante. Diese unterbindet eventuell aufkommende Rotationsbewegungen (analog den Seitenstabilisatoren bei Schiffen).
- ?? Bei generalisierten (weder in der einen noch anderen Richtung spezialisiert) Formen der Carchariniden (artenreiche Formen) besitzen eine heterozerke Schwanzflosse, wobei der Hypozerkale Anteil deutlich verkleinert ist. Die 2^{te} Dorsalis ist auch wesentlich grösser als bei pelagischen Arten. Man findet diese morphologischen Merkmale oft bei küstennahen, Riffpatroulierenden Formen und treten oft auch in Süsswasserzonen ein.
- ?? Benthos-bezogene, demersale Arten, die in der Ruhephase am Substrat liegen bleiben. Charakteristisch ist dabei die kaum gewinkelte, fast geradlinige Schwanzflosse, mit annähernd gleich kleiner Ausbildung und weit nach hinten verlagerte 1^{te} und 2^{te} Dorsalisflossen.
- ?? Reine benthos-liegende Bewohner wie die *Squatina* (Meerengel) besitzen eine schnurgerade auslaufende Schwanzflosse und bewegen sich daher überwiegend mit den breiten Brust- und Beckenflossen vorwärts.
- ?? Bei den tiefenwasserbewohnern, die ebenso eine geradlinige Schwanzflosse besitzen, ist die 2^{te} Dorsalis grösser als die 1^{te} und reicht wie bei den Benthosformen über die Analflosse hinaus. Ebenso liegt die Pectoralisflosse weiter hinten als in den anderen Formen, setzt aber hier schon in der Mitte der Kiemenpalten an (bei den anderen erst darunter). Sind daher eher langsamschwimmer, die mit ausgesprochen geringem Energieaufwand dahinziehen.
- Schwimm-
bewegung
bei rochen**
- Charakteristisch ist die ondulierende mit der verbreiterten Brustflosse durchgeführte Bewegungsablauf. Dabei bilden die Basiselemente wie Metapterygium (stützt den hinteren Abschnitt der Brustflosse), Mesopterygium (ist nur bei Rochen vorhanden und grenzt die Hauptabschnitte der Brustflossen ab) und Propterygium (welches den Anschluss zum Antorbitalknorpel bildet und damit die Brustflosse an das Neurocranium anlagert) den Stützapparat der Brustflossen, die bei Adler- und Manta-Rochen sogar über die Rostrumspitze hinausgehen kann.
- p69 - 3.8 Rochen besitzen nur knorpelige Strahlen, kaum mehr Ceratotrichien. Weisse dorsale und ventrale Muskelpartien binden an eine zentrale Binnensehne (bauweise wie ein Fiedermuskel), welche sich vom Gürtelansatz bis zu Flossenspitze durchziehen. Sowohl an der Ober- als auch an der Unterseite der körpfernahen Brustflossenregionen liegen äusserlich rote Muskelfasern auf die an ihren Ausläufern mit der Binnensehne verwachsen. Naturgemäß wirken diese äusserlichen, roten anders (langsam und konstant agierenden Ondulationsbewegungen) als die darunterliegenden weissen Muskelfasern (Sprintfbewegungen).
- p69 - 5.15 Levatormuskel: dorsale Muskelpakete der Brustflosse ist mit 60% grösser als Depressor.
Depressormuskel: ventrale Muskelpakete der Brustflosse machen 40% aus.
Bei Vögeln ist das genau umgekehrt, da er gegen die Schwerkraft ankämpfen muss - warum ist das hier so? Die Aerodynamik (wie beim Aluzeug) gilt das Auftriebsprinzip durch die abgeflachte Körperunterseite zur aufgewölbten Körperoberseite.

- Cruising** Bei haien liegt der durchschnitt zwischen 2 bis 4m/sec; dabei schaffen Macohaie 9.7m/sec (35km/h) um bis zu 6m über die wasseroberfläche zu springen. Blauhaie erreichen eine "cruising speed" von 8m/sec. Angriffs-spurts können aber schon 20m/sec erreichen: *Magatrion* (Lemon-Shark) erreicht eine "burst sprint" spitze von 8.3m/sec (30km/h); dauersprint bei 5m/sec nur 4 -5 min. Danach ist es so erschöpft, da die durchströmung der kiemen nicht richtig erfolgt (atmungsdefizit) und muss langsamer werden um die kiemen richtig zu beströmen.
Anmerkung: Haie müssen nicht schwimmen um zu atmen (irrglaube); haie atmen ganz normal durch pump- und ventilations-bewegungen der kiemenbögen wobei die taschen durchströmt werden - geht nur bei langsamer cruising speed.
- Skelett** Wichtig für die ernährungsweise ist die verbindung zwischen den neurocranium und dem viscocranium (kieferbogen). Blatt 70 zeigt ein allgemeines schema wo überall gelenks-anlagerungen zwischen dem palatoquadrat-bogen (oberkiefer) und dem neurocranium; diese sind:
?? Postorbitale: Unterschiedlich häufige anlagerung.
?? Basale: "-"
?? Orbitale G.: Häufige, hinter das auge reichende anlagerung.
?? Ethmoidale G.: Nasenkapsel-region - ist häufig aber urtümliche anlagerung.
?? Rostrale G.: Anlagerung ganz vorne am rostrum - ist eher selten.
- p70 - 1 Das hyomandibulare (kieferstiel) ist der artikulationspunkt des unterkiefers und kann je nach ansatzpunktes des oberkiefers entsprechend unterschiedlich ausfallen.
- p70 - 3 Beim *Chlamydosecalus* kommt es bei der öffnung des maules zur drehung des hyomandibulare (pfeil), womit der unterkiefer nach vor geschoben wird. Als sehr urtümliche form, ist der oberkiefer mehrmals an das neurocranium angelagert.
- p70 - 5 Als **suspensoria** bezeichnet man den aufhängeapparat des kiefers und der nachfolgenden visceralbögen. Durch den gegliederten aufbau steckt eine hohe beweglichkeit des oberkieferbogens gegenüber dem neurocranium; welches bedeutet, dass der oberkiefer mehr oder weniger weit nach vor- nach unten gekippt werden kann, bzw. kann im vorgeschobenen zustand geschlossen werden.
- p71 - 1A Der hyostyle zustand ist der am häufigsten vorkommende bei den haien indem das hyomanibula die tragfunktion des mandibularbogens (UK) übernimmt und der *Palato quadratum* (OK) an unterschiedlichsten stellen die weit vorne sein können angelagert ist. Lippenknorpel stützen die haut ab damit diese bei beiss und schnappbewegungen nicht im maul eingequetscht werden.
- p71 - 1C Ein amphystyler zustand liegt vor wenn der sowohl *Palato quadrat*-bogen eine grosse vordere und eine hintere anlagerung hat als auch von der hyomandibula mitgetragen wird.
- p71 - 1B,G Schemata D ist eine darstellung die nur für knochenfische gilt.
Holostylie kommt bei urtümlichen formen vor und liegt vor wenn der oberkieferbogen mit dem neurocranium verwächst - ist bei den chimären der fall.
- p72 - 6D **Heterodontiden** sind haie mit schweren kieferbildungen in denen das hyomadibulare bereits im ruhezustand nach vorne geschoben ist - folge: Beisswirkung ist besonders stark. Wie sein name sagt besitzen diese haie verschiedene zahntypen die von quetsch- bis reisszähnen reichen (analog den säugern mit ihren caninen bis molaren).
- p72 - 6F Bei rochen ist das stiftförmige hyomandibulare weit und lang herausgekippt, da der oberkiefer lose im bindegewebe hängt und überhaupt nicht mit den neurocranium verwachsen ist (extreme hyostelie).
- p72 - 6A,C Schnell schwimmende formen besitzen weit nach hinter verlagerte hyomandibulare.
- p73 - 5.16A Genauere darstellung des neurocraniums und des hyomandibulare am Dornhai. Dabei ist der oberkiefer (*Palato quadratum*) hinter dem orbiter abgestützt.
- p73 - 1 Anhand der konzentrischen ringe eines wirbelkörpers lassen sich altersbestimmungen durchführen, da die eingelagerten kalkringe wie die jahresringe eines baumes ablesbar sind.
- p76 - 3.5v **Visceralskelettes** eines haies (aufgeklappt gedacht - sollte sich unterm schädel schliessen) basihyale und basibranchial-cupole verbinden die 4-5 kiemenbögen miteinander.
- p76 - 3.5I Der innere gegliederte kiemenbogen liegt entlang der inneren kiemenöffnung werden durch knorpelige kiemenstrahlen (branchial rays) ausgesteift. Dabei sind die relativ tief liegenden kientaschen durch diese kiemenstrahlen gestützt (primäre kiemenlamelle). Die kiemenklappen sind durch verbindende ausserhalb der kiemenstrahlen liegenden knorpelbänder (dorsale und ventrale extrabranchialis) abgestützt.
- p76 - 108 Bei den rochen sind diese löffelförmig gebauten stützstrahlen aussen noch mit den extrabrancualis über ein knorpelband verbunden.

1^{ter} dez. 99**Zähne**

Elasmobranchier (haie und rochen) besitzen ein zahngebiss wohingegen die Holocephalier (chimären) zahnplatten besitzen die aus verschmolzenen zahnanlagen bestehen. Der haizahn besteht aus einer krone die mit einer schmelzkappe überzogen ist. Die basis besteht aus einem zellfreien (azellulären) knochen der mit dem zahnzement von säugetieren verglichen werden kann. Die zähne aller Gnathostomier sind homolog. Zum unterschied zu Tetrapoden, mineralisiert bei haien die schmelzkappe vor der mineralisierung des dentins (zahnbein); ist bei Tetrapoden umgekehrt. Hinzu kommt das bei haien der schmelz nicht prismatisch aufgebaut ist, sondern eher flächig bis büschelig liegenden nadeln. Dentin: Undifferenzierte bindegewebs-zellen maturieren zu odontoblasten (mutierte osteoblasten). Diese bilden nur polar (einseitig) ausläufer, in denen grundsubstanz und mineralien eingelagert werden und bauen so das zahnbein auf. Der so gebildete reihenverband wird mit dentin aufgefüllt und mit einer dünnen schmelzkappe abgeschlossen.

Anmerkung zu odontoblasten im wirbeltier-knochen: Ein osteoblast bildet eine undifferenzierte grosskernige bindegewebs-zelle einen verzweigten ausläufer in alle richtungen. Zwischen diesen ausläufern werden grundsubstanz und minerale eingelagert. Ausläufer benachbarter osteocysten stehen miteinander in verbindung und bilden zellkontakte aus. Dieses netzwerk stellt die grundmatrix des wirbeltier-knochen dar. Beim zahn des menschen, der ebenso polar angelegt ist, ist umgeben von der zellfreien schmelzkappe. Durchbohren nun bakterielle oder mechanische vorgänge den schmelz und erreichen die dentinschicht, so werden die plasmatischen fortsätze der odontoblasten die mit den nerven der pulpa verbunden sind stimuliert - grund für schmerzempfindliche zähne.

p80 -

Da es beim hai keine dermato-cranialen strukturen gibt (zahntragende knochenelemente) müssen die zähne im bindegewebe verankert sein die über dem kieferknorpel liegt; wachsen daher nicht auf der knorpeligen kieferstrukturen auf (zum unterschied zu knochenfischen, dort sind die dentales durch bindegewebsartige fäden fest in die kiefertasche (alveolus) eingelagert und daher mit dem kieferknochen verwachsen).

Laut odontografischer skizze sind im prinzip nur jene zahnreihen in funktion die sich an der vordersten kante befinden. Dabei sorgt der bindegewebs-vorschub in kamrichtung, das zahnausfälle durch nachreifende zähne permanent ersetzt werden - myodontes gebiss bzw. revolvergebiss. Anzahl von hintereinander liegenden zahnreihen ist von taxonomischer relevanz. Bei haien ist die dignathe heterodontie sehr häufig (ober- und unterkiefer tragen unterschiedlich geformte zähne). Die disjunkte monognathe heterodontie (zähne einer kieferhälfte sind unterschiedlich gebaut) kommt auch vor. Heterodontie hat in einem genus namensgebend gewirkt Heterodontiden (*Stierkoforme sp.?*).

p81 -

Zahnersatz-raten:

Der Zitronenhai (*Negaprion brevirostris*) erneuert alle 8-10 tage einen zahn (als reisser und schneider werden zähne stärker beansprucht). Bei benthischen formen wie dem Katzenhai (*Scyliorhinus sp.*) dauert die zahnerneuerung etwa 5 wochen. Generell gilt das in wärmeren regionen der zahnwechsel häufiger ist als in kälteren gewässern - gilt auch für haie die sich in beiden temperaturzonen aufhalten (ist stoffwechsel bedingt).

Die zahngrösse nimmt analog zur grösse der placoidschuppe mit zunehmender körperrösse zu. Zahnersatz bleibt daher ein leben lang aufrecht.

Beisskraft: Der druck von 60kg/2mm spitze (beim mensch zw. 30-35kg/Zahn) ist schon beeindruckend, doch das dazugehörige bewegungsmuster bewirkt erst den eigentlich zerstörerischen effekt. So tritt speziell bei grossen zähnen mit scharfer seitlicher sägung durch die bewegung der zersägende und zerschneidende effekt ein.

Bei benthischen formen dienen die zahnreihen eher zum festhalten (in der regel durch den oberkiefer, während der schnell noch oben schnellende unterkiefer die säge-schneide-wirkung ausführt).

p82 -

Bei rochen ist der beissapparat viel weniger dramatisch ausgeprägt; die mehrzahl besitzt wenig differenzierte, kegelförmige zahnknoppen in form von zahnplatten. Adlerrochen (*Myliobatidae*), Geigenrochen (*Rhinobatus*) besitzen quetsch-Pflastergebisse, die wie bei haien periodisch ersetzt werden. Je nach entwicklungsfasen kommen mehr dieser leisten an quetschzähnen kommen hinzu.

- Darmtrakt** Knorpelfische haben in der regel einen kurzen darmtrakt der durch einen grossen, geräumigen magen gekennzeichnet ist (zeigt charakteristisches leistenmuster). Im Übergangsbereich von oesofagus und magen liegen kräftige, bindegewebsartige papillen in caudaler ausrichtung, die sicherstellen dass die aufgenommene nahrung effizient gehalten wird. Der kräftige magen weist eine typische rings- und längsmuskulären aufbau auf (wie bei allen wirbeltieren). Der magens endet mit dem pylorischen sfincter (ringmuskel) und geht in den eher sehr kurzen resorbierenden darmtrakt über (kurzer darmtrakt ist für carnivore typisch - hier als spiraldarm zur oberflächen-vergrösserung ausgeführt als schlauchförmig abgeschlossenes organ indem das schneckenförmig gewundene resoptions-epithel eingeschlossen ist). Ein kurzes stück dickdarm verbindet den spiraldarm mit dem rectum. Am rectum-dickdarm interface liegt die rectal-drüse (auch rectal-divertikel) die helfen den ionenaushalt der tiere zu regeln (Na und Cl-ausscheidung). Einzig die faltung des spiraldarmes unterscheidet den hai-darmtrakt von jenem der rochen bzw. der chimären (letztere haben ganz wenige faltungen). Bei den chimären kommt hinzu dass die rectaldrüsen in die enddarm-wand integriert sind. Einige Rayiforme weisen neben sauren proteasen auch chitinasen als verdauungs-enzyme auf da sie in der Lage sein müssen crustacea verdauen zu können; i.e. lösen chitin und gelenkhäute gut auf (der darmtrakt ist wie auch bei tetrapoden und knochenfischen bereits autonom innerviert). Als predatoren weisen sie eine grosse säureproduktion auf. So nimmt bei beutefang die acidität von 3.8-3 (leerer magen) solange ab bis er halbvoll ist um sich bei 1.5-1 einzupendeln (so lange der magen gefüllt bleibt). Mucosaccharide (Sialomucin-Schleime) schützen die darmwände nicht nur vor chemischen angriffen durch die säure sondern durch ihre zähe konsistenz auch vor mechanischen schäden. Das pancreas liegt im gegensatz zu knochenfischen wo es diffus im mesenterium verteilt liegt, ausserhalb des mesenteriums. Haie besitzen zudem eine relativ mächtige gallenblase (speichert den von der leber produzierten fettemulgator). In der regel werden 1-1.5mL/(kg KG in der minute) gallenflüssigkeit in den darm abgegeben - der fluss ist abhängig vom befüllungsgrad des magens, blutdruck in der portalvene welches die leber-pfortader versorgt. Pelagische formen weisen eine grosse leber auf (bis zu 1/4 des körperrgewichtes; Walhaie besitzen eine leber mit 1t gewicht), benthische formen hingegen höchstens 6% - p78). Hai-fett (squalen) kann bis zu 80% des lebergesamt-gewichtes ausmachen (90% des totalen körperfett-gewebes); ist sehr gesund und in den grossen fettvakuolen der leberzellen eingelagert. Da spaleen leichter als wasser ist ($\rho = 0.85\text{g/cm}^3$ bei 20°C), dient es auch als auftriebs-körper (schwimmblasen ersatz). Anmerkung: Fettspeicherung geht hinauf bis zu den amfibien - dann hört sich's damit auf.
- Nahrungsaufnahme** Pro Tag müssen 1-2% des körperrgewichtes aufgenommen werden (im vergleich zu knochenfischen, dort pendelt dieser wert zwischen 0.1 - 28%). Haie nehmen aber als einzelmahlzeit über 10% ihres KG an nahrung auf. Die magenentleerung erfolgt auf raten in dem 1-2% des KG pro tag in den darm weitergeleitet werden. Der totaldurchsatz einer nahrungsmenge der von der umgebungstemperatur abhängig ist dauert 68-82 stunden (beispielhaft anhand des Zitronenhaies). Im allgemeinen ist die gesamt-passage trotz des kurzen darmtraktes (z.t. kompensiert durch den stark zergliederten spiraldarm) länger als bei knochenfischen. Eine T-erhöhung um 10°C beschleunigt den durchsatz um das 2.6-fache (zu berücksichtigen ist dabei das jeweilige ausbreitungsgebiet des individuumes). Der Menschenhai (*Carcharhinus leucas*) ist in der lage die magentemperatur um bis zu 7.4°C gegenüber der umgebungstemperatur anzuheben um so die verdauung zu beschleunigen. Ist wahrscheinlich evolutiv bedingt da dessen beute unregelmässig und dann in grösserer menge vorliegt. Ernährungsgewohnheiten sind nicht durch den bau des magen-darmtraktes bedingt sondern eher in der art und weise wie die nahrung aufgenommen wird; i.e. kiefer, mund- und gebiss-morphologie). Haie können während des aktiven schwimmens den blutstrom zum darm stark drosseln um den darm inaktiv zu schalten und dadurch die muskulatur verbessert mit O_2 zu versorgen. Dabei verbraucht es leberfett ohne den darm anzapfen zu müssen. Bejagte und gestresste individuen führen die gleiche drosselung des verdauungsprozesses per hormonwirkung aus (durch ausschüttung von adrenalin).
- p85 **Protrusion:** Kieferbeweglichkeit der haie (anhand des Zitronenhaies *Negaprion brevirostris*): Anheben des neurocraniums (= schnauze, durch epaxialer rumpfmuskulatur) und absenken des unterkiefer; zubbiss erfolgt innerhalb von 100ms! Ein kompletter massiver biss dauert nur 176ms. Wichtig dabei ist dass der oberkiefer selber um 18% (der kopflänge) vorgezogen und angehoben wird. Der unterkiefer selber wird abgesenkt. In der folge wird der gesamte caudale teil des kieferapparats herunter gezogen.
- p86 - 9

- Electro-myografie erlaubt gebiss-studien eines präziss preparierten schädels - dabei zeigen elektroden die jeweiligen APs an. Hierbei erleichtert der suspensorial-apparat (aufhängeapparat) des hyoidbogens die anhebung des craniums - Der gesamte oberkiefer + cranium wird vom hyomandibulare getragen (hyostylie).
- p86 - 12
- Beim schliessen müssen beide kiefer einander genähert werden und gleichzeitig hinauf gezogen und nach hinten repositioniert werden. Hyomandibulares hat dabei eine schlüsselstellung. Heranpirschen an beute: siehe kopie p87.
- p87 - 10
- Muskelsystem des kieferapparates:
- p88 + 89
- Muskeln die den oberkiefer vorziehen (*Levator palatoquadratis*) und muskelzüge die vom schultergürtel an den mandibulare, hyoid- und kiemenbögen ansetzen und somit dieses bewegungsmuster ermöglichen (hyobranchiale somatische muskulatur).
- Wichtig: Haie und auch knochenfische haben ein kiefer-öffnungssystem (maulspalt) das von der rumpfmuskulatur her stammt (hyobranchiale muskulatur) - völlig anders als bei den Tetrapoden. Folglich hat der schultergürtel eine schlüsselstellung (p.86 - PG).
- p90
- Wobbegongs (*Orectolobus maculatus*) als typisch benthische formen haben das noch weiter perfektioniert und schaffen es eine sogwirkung zu erzeugen bei gleichzeitiger annäherung der mundöffnung an die beute. Dies wird alleine durch das dorsale hyomandibulare und das ventrale basihyale erreicht.
- p91 - 2
- Bei rochen liegt eine extreme hyostilie vor indem der unterkiefer besonders stark abgesenkt werden kann (analog eines ausfahrbaren greifarms). Das hyomandibulare und die an den kieferapparat ansetzende muskulatur bewirken das absenken des gesamten kiefers.
- p92
- p93 - 31
- Filtrierer**: Filtrierende formen filtern mit dem reusensystem der kiemenöffnungen krill, kleinste mollusken, und anderes plankton aus dem oberflächenwasser.
- p95 - 1
- Beutefang mit elektrischen organen: Whale Shark (*Hemiscyllium sp.*) ist nachtaktiv und ortet beute mit den lorenzinischen ampullen (elektrorezeptoren). Diese detektieren das elektrische muskulatur-feld des opfers. Elektrorezeptor ist daher eher ein detektierendes element, daher passiv.
- p95 - 3
- Das aktive betäuben durch elektrische organe wird von einigen rochen gemacht (*Torpedo marmorata*). Fast alle rundlich gebauten rochen sind dazu in der lage. Bei annäherung einer beute springt der rochen hoch und bildet dabei ein "pectoral cupping" aus (einfaltung der langen brustflossen) und legt sich quasi um die beute. Bereits in dieser fase wird stossentladen (firing - electric organ discharge). Durch den elektrischen schock wird die beute betäubt. Danach wird mundöffnung positioniert und raschest ingiotiert. Da die betäubungswirkung rasch mit der distanz abnimmt, schafft es 1/3 der beute der entladungsnarkose zu entkommen. Beutefang der meisten rochen überwiegend in den nachstunden.
- p94 - 1
- Ein EOD dauert in der regel 0.45 - 7sec. Dabei werden in abständen von 5ms gefeuert. In einer anfangsfase werden 46-414 entladungen gezählt. In der hauptfase 400-1200 impulse. Die stromstärken liegen je nach art bei 50V *T.marmorata*; 50-60V bei *T.ocellata*. Beide spannungswerte beziehen sich auf direkte ableitungen von der körperdecke. Folglich ist der beste betäubungseffekt bei beutekontakt erzielbar. 220V-messungen wurden zwar beschrieben werden jedoch als fehlmessungen gewertet. Das einflussgebiet des elektrischen beutefangs ist stark eingeschränkt da es schon nach wenigen cm stark abgeschwächt ist (nach einer körperbreite misst man nur noch 15V, bei doppelter körperbreite praktisch nichts). Daher kann nur eine unmittelbare wirkung erzielt werden wenn der rochen schon fast kontakt zum beutetier hat, zumal die torpedoartigen keine schnellen schwimmer sind.
- Die position dieser organe ist schon seit langem bekannt. Inervation der elektrischen organe erfolgt durch kiemenkorb-nerven die motorisch diese ersatzmuskulatur zum feuern bringen (bei den Torpedinen sind die elektrischen organe von modifizierten brustmuskel-systeme gebildet worden die fast hexagonal geformte muskelplatten ausgebildet haben). Wobei der spannungsaufbau und erhaltung analog einem kondensator erfolgt. Die electrocyten wirken dabei wie in serie geschaltene kondensatorplatten die additiv ein von dorsales nach ventrales spannungsgefälle aufbauen welches dann nach bedarf nervös gesteuert ausgelöst werden kann. Elektrische rochen besitzen daher eine einzigartige steuerungszentrale; einen *Lobus electricus* als grosse gehirnan-schwellungen in der rautengruppe (4ter ventrikel), welches von aussen erkennbar ist. ?
- p96 - 827
- p96 - 825
- p96 - 30
- Bei Nagel- und Stachelrochen gibt's ähnliche systeme die jedoch wesentlich schwächer sind. Die elektrischen organe befinden sich dabei in der schwanzmuskulatur.

15th dez.99

- Atmung und Kreislauf** Elasmobranchier weisen tiefe kientaschen auf wobei ectodermale einsenkungen (von aussen kommend) in deren entstehen mitwirken.
- p98 - A oben Ausgehend vom orobranchial-raum (innen) bilden die septen, kientaschen, kiemen und parabranhialen räume (ausen) eine einheit. Jeder kientragende ast unterteilt sich in eine vordere (rostrale) und hintere (caudale) hemibranchie. Ein septum (kiemeninterne hohlraum) das mit einer vorderen und einer hinteren hemibranchie besetzt ist wird als holobranche bezeichnet obwohl diese hemibranche anatomisch dem vorderen bzw. hintere kiemenstrahl angehört - hat sich so eingebürgert.
- In der regel ist die letzte tasche unvollständig gebaut, i.e. es liegt nur eine halbkieime in der vorderwand der tasche vor; die hintere halbkieime (hemibranchie) fehlt.
- p98 - A unten Parabranhial-räume sind jene bereiche die über die fortsetzung der kientasche nach aussen führen. Entscheidend dabei ist das diese parabranhial-kammer von einer weichen bindegewebs-klappe geschlossen werden (flap valves).
- Die klappe kann je nach dem von innen her kommenden wasserdruck entweder angelegt sein (kiemenöffnung geschlossen) oder sie kann aufklappen um den wasserdurchstrom zu ermöglichen; d.h. bei der inspiration wird in der regel wasser durch den mund und durch das spiraculum angesaugt. Die muskel des coracoids (konstriktor- und dilator-muskeln) wirken dabei wie eine saugpumpe und befluten den orobranchial-raum mit sauerstoff-reichem wasser (bei heien vom spiraculum und maul kommend). Wird der constrictormuskel angehoben (wobei der *Adductor mandibulae* das spiraculum verschliesst), verengt sich der orobranchial-raum und presst den wasserstrom über die parabranhial-räume (durchströmt die kiemen) hinaus. Dabei stellte sich heraus dass die vorderen zwei kientaschen mit dem wasserstrom des spiraculum durchflutet und jene drei hinteren vom wasserstrom des mundes.
- p98 - C,D unten Bei den rochen spielt das spiraculum eine wesentlich wichtigere rolle. Rothen können alleine durch das grosse spiraculum ventilieren (ist speziell bei benthischen formen wichtig). Bei einigen hai-arten die ein sehr kleines spiraculum besitzen hat sich gezeigt dass die vorderste kiemenpalte dazu benutzt wird um wasser anzusaugen.
- p98 - B Der **kiemen-aufbau** ist anhand der darstellung einer vorderen und hinteren hemibranchie erkennt man wie das wasser vom orobranchial-raum kommend über die innere kientasche eindringt über die filamentkante der primärlamellen streicht und durch die kiemenlamellen den septal-kanal erreicht der zum barabranchial-raum führt.
- p99 - 1 Auf den primärlamellen sitzen die respiratorischen, blut-durchströmten sekundärlamellen auf die im gegenstrom-prinzip die sauerstoff-diffusion vom wasser durch die membranen ins blut ermöglichen. Das gegenstrom-prinzip bewirkt einen grösseren sauerstoff-kohlendioxid gradienten zwischen den flüssigmedien wasser und blut.
- p99 - 7.5 Der in der abbildung 1 dargestellte kiemenbaldachin (branchial-canopy - C) lässt vermuten dass sich dahinter eine wirbelreiche strömungszone ausbilden könnte die möglicherweise eine verbesserte O₂-aufnahme bzw. CO₂-abgaben ermöglicht - ist noch nicht geklärt.
- Die kiemenlamellen sind aus nur wenigen zellschichten aufgebaut. Ein relativ flaches mit microvilli besetztes epithel, gegenseitig sich abstützende pfeiler-zellen und die basal-lamina bilden die wasser-tier-barriere. Dieser aufbau ist natürlich symmetrisch, schliesst daher in der anderen richtung mit umgekehrter reihenfolge nach aussen hin ab.
- Generell gilt, dass benthische formen eine wesentlich dünnere wasser-blut-barriere aufweisen als pelagische formen.
- p99 - table Anmerkung: Bei Thunfischen (knochenfisch - Telostei) verwachsen die kiemenlamellen zu einem komplizierten gitter-maschen-netzwerk mit extrem zarten, dünnen zellen. Dies äussert sich auch in der höhe des epithels.
- Wandstärken variieren in dem die primäre-filamente nahegelegenen wandstärken erhöhter gegenüber den apikalen wandstärken sind - erklärt die schwankungsbreite der datenangaben. Schleim- und chlorid-zellen sitzen am übergang zum kiemenblatt (primär zu sekundär-lamelle); sie haben die aufgabe eingeschwemmte partikel aufzunehmen und rasch abzutransportieren, wobei die Cl-zellen für den osmotischen haushalt essentiell sind indem sie die salz-ausscheidung bewerkstelligen. Vordergündig wird Cl ausgeschleust, das Na⁺ nach sich zieht; daneben werden auch ammoniak und hydrocarbonat an das durchströmende wasser abgegeben. Damit regelt das tier neben dem osmotischen haushalt auch den basenzustand und den stickstoff-umsatz.

- p100 - 11.21b Der aufbau der kiemengefäße bei elasmobranchier (haie und rochen) ist durch die dorsale und ventrale aorta abgegrenzt. Die respiratorischen elemente die in der kiementasche ausdifferenziert sind, trennen die aortazweige in eine afferente (zu) und efferente (abführende) schleifen auf. Wobei die dorsale aorte zweispaltig über die schleifen der sekundärlamellen in die einstrahlige ventrale aorte geführt ist.
- 11.21.c Die afferente arterie führt das O₂-arme/CO₂-angereicherte blut, vom herz kommend, an die sekundärlamellen heran, wobei der blutstrom von ventral nach dorsal gerichtet ist. Das prinzip der O₂-armen heranführung durch die afferente arterie wurde auch bei knochenfischen beobachtet. Bei den chimären ist die situation ein klein wenig anders. Sie besitzen keine getrennten kiementaschen mehr, stattdessen liegen nur bögen mit länglichen kiemenfilamenten vor. Zwar gibt es eine überdachung der kiemenregion durch einen opercular-apparat aber keine getrennten flap valves. Weiters befinden sich nicht zwei sondern nur ein rückführendes gefäß der efferenten ast der dorsalaorta. Ansonsten erfolgt der gasaustausch wie bei den elasmobranchier im gegenstromprinzip.
- p100 - 11.22a Der vergleich der durchblutungs-schemata der verschiedenen elasmobranchier zeigt einige unterschiede auf, doch im grossen und ganzen bleibt obig genanntes schema aufrecht.
- p101-8.2 und 8.3 Das hypobranchiale (unter den kiemen gelegene) system sind abzweigungen der efferenten (rückführenden) arterien - bereits oxygeniertes blut wird daher nicht nach dorsal geführt sondern nach ventral, um das herz und teile der basalmuskulatur im schultergürtel sowie deren angeschlossene flossenmuskulatur mit sauerstoff versorgen.
- p102 - 7.11 Folglich werden rund 33% der blutmenge aus dem herzen in die branchialaorta der vordersten kiementasche hineingeführt. Im 2^{ten} und 3^{ten} je 25% und in die letzte kiementasche (= halbkienentasche) die verbleibenden 17%.
- p108 - 8.1 Anhand eines ausgusspräparates (ein in die blutbahn injiziertes und aushärtendes kunzharz; in weiterer folge wird das organische material weggeätzt, womit nur das makro- und mikroskopische gefässgerüst übrigbleiben) kann man die feinstrukturelle blutversorgung der kiemen gut erkennen.
- p102 - 7.11 Aus der afferenten filamental-aorta gelangt das blut in das *Corpus cavernosum* (ist ein maschiger raum mit lücken durchsetzt) der den blutstrom in die lamellen aufteilt um in weiterer folge als O₂ angereichertes blut in der efferenten filamental-aorta gesammelt zu werden. Die im ausgusspräparat dargestellten punkte in den sekundärlamellen sind eigentlich löcher die ehemaligen pfeiler-zellen darstellen sollen. Man erkennt leicht wie das durch diese zellen abgestützte respirationsorgan den blutstrom durch das O₂-reiche und CO₂-arme wasser führt.
- p102 - 29 ?? Schematisiert sieht das analog aus, wobei das *Corpus cavernosum* besonders klar herauskommt. Es ist der unter hohen druck stehende afferenten aorta und der zarten sekundärlamellen dazwischen geschaltet; d.h. Das *Corpus c.* als schwellorgan dient als druckabsorbierendes element um ein platzen der sekundärlamelle zu verhindern. Dabei regeln Sfincter-ähnliche muskelringe im zulauf zur sekundärlamelle zusätzlich den blut-zustrom in das zarte respirationsorgan. Dies ist auch damit belegbar als das der druckunterschied zwischen afferenter und efferenter aorta 30% beträgt.
- p102 - 9.7 ?? Die zweite funktion des *Corpus c.* liegt in den endothelzellen der gekammerten struktur. Diese sind zur fagozytose befähigt, indem sie kleinstorganismen wie bakterien etc., aufnehmen. Sind daher einem lymphatischen system nicht unähnlich und wird als zusätzliches säuberungssytmen neben jenem im darm, im blutkreislauf genutzt um so sicherzustellen dass keine fremdorganismen und andere verunreinigungen das geihirn und andere organe erreichen.
- ?? Eine dritte funktion die dem *Corpus c.* zugesprochen wird, liegt im hydraulischen stützeffekt der primärlamellen begründet, da zwar eine lange hauptlamelle zusätzliche formstabilität gewährleistet, jedoch kein knorpelgerüst eingelagert ist (bei knochenfischen ist jede kiemenlamelle mit einem knochenstab gestützt!). Anhand einer versorgungssperre konnte experimentell nachgewiesen werden dass bei fehlendem blutdruck das lamellensystem kollabiert und erst bei erneuter blutzufuhr (wie im schwellkörper-system der genitalorgane beim mensch) sich wieder aufrichten.
- Die respiratorischen lamellen dienen der be- und entströmung des lamellensystems und somit tatsächlich zum gasaustausch. Unterschiedenen sich daher von den beachtlich grossen, nicht-respiratorischen bluträumen in der kieme. Das blutvolumen das ständig in den lamellen vorhanden ist verblüffend hoch und beträgt im durchschnitt 6% des gesamten blutvolumens wobei die hälfte davon in den respiratorischen zyklus und die andere hälfte in den nicht-respiratorischen kiemen-blutwegen eingeschalten sind. Ist in gewissermassen auch ein blut-speicherorgan.

12th jan.00

- Atmung und Kreislauf**
- Kiemens-gesamtoberfläche eines 100kg schweren weissen haies entspricht 30m², bzw. die Kiemensfilament-gesamtlänge aller 5 Kiementaschen entspricht 270m und 10 sekundär-lamellen/mm.
- p103 Noch anschaulicher ist die darstellung der kiemenspezifischen daten anhand von *Scyliorhinus stellaris* (table 3) worin man inter-lamellar-distanzen von rund 100µm oder die blutraum-weite von ca. 12µm ablesen kann.
- CO₂-abgabe und O₂-aufnahme der erythrocyten selbst ist auch über das hohe HCO₃⁻ speicher-vermögen geregelt (hohe bufferkapazität).
- Haldane effekt:** Bei der O₂-abgabe (ox-hemoglobin) verändert sich die quartärstruktur des hämoglobins und somit die molekulare umgebung einiger aminosäure-reste. Die erythrocyten der haie sind in der lage eine grosse menge an protonen (H⁺) aus dem plasma zu binden, auch wenn das blut durch einen hohen CO₂ anteil sich schon sehr ins saure verschieben würde (<pH wert) - das ist bei anderen vertebraten nicht beobachtbar.
- p104 - fig.5 Atmung und bewegung stehen in enger beziehung zueinander. Veränderungen des O₂-gehaltes im blut resultieren in eine schwimm- und ruhefase. Dieser zusammenhang ist auch durch den respiratorischen wasser-durchfluss und die dazugehörige O₂-aufnahme erkennbar.
- p105
- p106 - fig.1 Andere blut-bestandteile in knorpelfischen (bzw. fischen allgemein):
Knorpelfische besitzen erythrocyten mit zellkernen (nur säuger haben kernlose erythrocyten). Sie besitzen auch neben eigenen thrombozyten auch freies fibrinogen im blutplasma, die fischblut rasch und schnell koagulieren lassen - wichtig für verletzungen unter wasser. Folglich müssen fische für experimentalzwecke, die zu verletzungen führen können reichlich mit gerinnungshemmern versetzt werden (hochdosiertes heparin).
- p106 - tab.6 Die blutvolumina bezogen auf das gesamtvolumen eines tieres zeigen das chondrichtyes (knorpelfische) im vergleich zu anderen aquatischen organismen sehr blutreiche tiere sind.
- p106 - tab Aus der tabellarischen aufstellung des hematokriten (vol-% an erythrocyten im gesamtblut) und der durchschnittlichen zell-Hb-konzentration fallen sich die geringen erythro- und hohen leukocyten-gehalte heraus (200E³ kernhältige erythro-, und 40E³ leucocyten pro mL); bei säugern sind die erythrocyten-gehalte noch höher.
- Der hematokrit-gehalt gibt auskunft über die O₂-trägerkapazität des blutes - die bei haien sehr hoch sein können. Die aufnahme -kapazität von O₂ aus dem umgebungswasser ist von mehreren parametern abhängig (blutstrom-menge, membran-permeabilität, O₂-transportkapazität).
- Lympho-myelides gewebe:** Bildungsort der erythro- und thromobocyten ist die milz die ca. 0.6% des körpervgewichtes ausmacht. Die milz filtert auch das blut (auffangort von antigenen). Der thymus als hormonegebendes (incretisch - in der embryonalfase auch blutbildendes) organ aus dem restgewebe der kiementaschen ist bei haien im jungen jahren relativ gut entwickelt (im alter hingegen oft reduziert), akkumuliert freie lymphocyten.
- Undifferenzierte stammzellen dringen in den hai-thymus ein um dort zu freien lymphocyten ausdifferenziert zu werden - ist grossteils noch unbekannt.
- "Gut associated lymphoid tissue" (GALT) setzt sich aus folgenden teilbereichen zusammen:
?? Das **Leydigsche organ** (0.5% des körpervgewichtes - siehe handskizze) umgibt den oesofagus als lymphknoten-artige struktur hülle zwischen muskulatur und des äusseren peritonial-überzugs), ist ein ort der leucocyten-mobilisierung.
?? Die **epigonalen organe** (sind paarig) als weitere blutbildende systeme, stehen reziprok zum vorhandensein und grösse des leydigschen organs; d.h. ist dieses organ gut entwickelt so sind die epigonalen organe klein bzw. können ganz fehlen - warum, ist noch offen. Die epigonalen organe liegen beiderseits des darm-mesenteriums im hinteren bereich der genitalfalte wo auch die gonaden ausdifferenziert werden.
Dort, in der frühentwicklung, einwandernde urgeschlechts -zellen differenzieren sich im rostralen teil des haies zu den genitalorganen (hoden oder ovarien). Gleich dahinter, im caudalen teil befinden sich dann die epigonalen organe. Viele evoluierte haiformen und rochen besitzen diese anordnung (Carcharhiniformes, Scyliorhinidae, und div. Batomorphii).
Urtümliche haie (Hexanchiformes = 6-7-Kiemer) bilden kein epigonalen organ aus, aber eine annähernd über die gesamte leibeshöhle differenzierte gonade.
Bei vielen weiblichen haiformen (Hammerhaie, Wobbegong, Glatthaie) ist nur das rechte ovar ausgebildet; das gegenüberliegende linke pendant macht einem epigonal-organ platz.
?? **Lymphoides** (blutbildendes) gewebe findet man auch in der **spiralfalte** entlang des dünndarms. Dort findet die immuno-globulin-produktion statt die vor ort ans blut übergeben werden.
Was insofern erstaunlich ist, als das haie keinerlei tendenz zur geschwürbildung zeigen - unglaublich robuste tere; wird heutzutage stark bearbeitet.

?? Auch in der **niere** sind solcherlei lympho-myeloide gewebereiche vorhanden - allerdings relativ selten; wenn sie vorhanden sind dann in zusammenhang mit nephrostoma (sind offene wimpertrichter die aus der nieren-oberfläche im peritoneum beginnen).

- Aufbau des herzens**
p107 - 11.6
- Das hai-herz hat drei unpaar- hintereinander geschaltete räume (*Sinus venosus* - blut-sammelraum; das atrium -dünnwandige, muskulöse vorkammer, einen kräftigen, dickwandigen ventrikel mit anschliessendem *Conus sterosus*) die in die ventral-aorta münden.
Reines O₂-armes (aber nährstoff-reiches) blut aus der kopfregion (gehirn), muskulatur des vorder- und hinterkörpers wird ans herz geführt.
Der *Ductus cuvieri* (verbindet im hai vordere und hintere cardinalvene - welche das blut aus den peritonealen nieren zurück bringen) vereinigt sich mit den rückführenden lebervenen (hepatic veins - nährstoffreiches, mit vielen stoffwechsele-umsatzprodukten beladenes blut). D.h., das gesamte blut aus der hinteren leibeshöhle, inklusive jenem aus dem darm welches über die leber geführt kommt, wird zum herz zurück befördert. Ist beim säuger anders, die retro-peritoneale lage der nieren (hinter dem peritoneum = leibeshöhle) führt das blut zuerst in das peritoneum hindurch, zur leber zurück wo es erst wieder zum herzen gelangt.
Bei den fischartigen hingegen, gelangt das rückgeführte blut über die cardinalvenen zum herzen.
Die atrio-ventrikular-klappe, ist die verbindung von der vorkammer in die hauptkammer;
Die sinus-venosus-klappe, (auch sinuatrial-klappe) ist die verbindung vom venen-sammelraum (sinus venosus) in die vorkammer. Aus den ventrikel selbst geht es weiter mit dem *Conus arteriosus*. Letzteres ist extrem gut bei rochen entwickelt - p108/fig50.
- p108 - 50
- Die quergestreifte herz-muskulatur mit zentralen kern (kann auch verzweigt sein) ist anders gebaut als die skelettmuskulatur. Die dickwandige in viele papillen zerlegte ventrikelwand lässt sich meist in zwei schichten untergliedern; eine äussere, relativ kompakte zone und eine innere locker-maschige (in papillen auslaufende) muskulöse zone.
Der dem ventrikel nachgeschaltene *Conus arteriosus* mit seiner besonders kräftigen bindegewebs-wand, fängt den kräftigen pumpdruck des ventrikels auf, die nach vorne geöffnet sind und nach hinten klappenartig verschliessen - fangen das blut nach jeder systole (kompressionsdruck des ventrikels) auf bevor das blut in die ventral-aorta weiter befördert wird.
Besonderheit des hai-herzen:
Haie haben ein relativ starres, von umgebender muskulatur und schultergürtel gefestigtes pericardium; ist daher ein relativ weit und abgesetzter hohlraum, mit einer querwand (pericardio-peritoneales septum) abgegrenzt. Das bedeutet geringe beweglichkeit für das mit pericardialer flüssigkeit gefüllte pericard und einen über die beiden pericardio-peritoneal-kanäle notwendigen druckausgleich während der diastole. Beim knochenfisch ist das etwas anders; hier alternieren systole und diastole womit kein druckausgleichs-kanal erforderlich ist.
- p107 - oben
- Druck- und strömungsverhältnisse an den verschiedenen abschnitten des herzens lassen sich anhand der fig.2 ablesen.
- p107 - fig.2
- Wie wird das herz mit O₂ versorgt?**
Das hypo-branchiale gefäss-system (aus den kiemen kommend) versorgen den herzmuskel, die vorderen extremitäten und manchmal auch in die leibeshöhle (leber). Spielt besonders bei rasch-schwimmenden formen eine rolle. Dabei sorgen eigens aufgespaltete capillare (wundernetz-bildungen) dafür das die versorgung mit O₂-reichem blut trotz des gegenläufigen venösen systemes im wärmetauscher-prinzip, die körpertemperatur für magen, leber und pectoral-muskeln hoch und konstant hält.
- p111 - 9.6
- Eine wundernetz-bildung ist eine kapillarbildung zwischen arteriensträngen; z.b. verzweigung der hypobranchial-arterie.
- p109 - tab9
- Kreislauf-paramter:**
Der drastische druckabfall zwischen ventral- und dorsal-aorta ist durch die kiemenregion begründet. Das riesige sekundärsystem kann grosse mengen an blut aufnehmen und zwischenspeichern (siehe kiemen).

- p110 Venen-sinus-räume eines am rücken liegenden haies (sinus = weiter venenraum):
Sinus orbitalis (venenraum des auges) verläuft dorsal entlang des kiemenraumes bringt das blut aus der vorderregion und kopf ans herz zurück.
 Die Jugular-vene bringt das gespeicherte blut der sekundären kiemenregionen wieder zurück; gleichermassen kommt vom hyoidbein ebenso venöses blut ans herz zurück.
 Die beiden *Cardinal-sinus*-räume die noch ausserhalb des peritoneums liegen, verschmelzen vor dem herzen (perforation der wand).
Vena cutanea lateralis bringt das blut der seitenkörper-wand (zwischen muskulatur und peritoneum zurück ans herz.
 Die *Arteria coelica* führt O₂-reiches blut in die eingeweide (leber, verschiedene darmabschnitte - insbesondere spiraldarm, milz, etc.). Die *Aorta mesenterica superior interia* versorgt die rectaldrüse (organ der ionenregulation).
 Die niere wird durch die rückführende, aufspaltende caudalvene gespeist und bildet einen nieren-pfortader-kreislauf; wohingegen die leber einen leber-pfortader-kreislauf ausformt.
- p112 - 14.18 Ein pfortader-systemen (= portalader) ist ein dazwischengeschaltetes venöses kapillarsystem; i.e. jene von einer region sammelnde grosse vene tritt in ein organ ein um sich hier, zur versorgung und abtransport metabolischer zwischenprodukte, in ein kapillar-system aufzuspalten. Der effekt ist jener das die pfortader von einer region sammelt und in eine andere hineinführt, dort kapillar aufspaltet, und wieder als vene rückgesammelt wird. Natürlich verläuft parallel zum venösen strom euch der arterielle einstrom damit die O₂-versorgung sichergestellt ist - leber-arterie, etc. Wobei das verbrauchte CO₂ angereicherte blut einem eigenen venösen system zugeschaltet wird ohne das portal-venensystem zu berühren.
- P111 - fig.1 Im kräftig-muskulösen schwanzbereich befindet sich ein ganz eigenartiges venenpumpen-systeme (transport des blutes durch die skelettmuskulatur).
 Lateral-venen (zwischen körperdecke und muskulatur) durchziehen dorsal und ventral die schwanzregion. Pro rumpf- und muskelsegment gehen die segmental-arterien als auch die rückführenden segmental-venen ab bzw. zu. Osteale arterielle klappensysteme, speziell an Abzweigungen und sammelorten, bewirken einen durch die klappen gerichteten und schubweisen weitertransport des blutes (kontinuierlicher blutfluss durch die herzaktivität reicht nicht aus - beim menschen sind die panjetalen klappensysteme nur in die venenwand eingeschaltet ohne dass abzweigungen vorliegen).
 Die caudale-, ventral- und lateral-venen haben keine wirkliche wand, sondern sind endotheliale auskleidungen im skelettraum oder befindet sich gänzlich im massiven bindegewebe der körperdecke.
 Bei einigen rochen ist die schwanzregion eher kümmerlich ausgeprägt; hier gibt es ein flossen-pumpen-system welches mit venenräumen durchsetzt ist (z.b. über den pro-, meso-, und meta-pterygium).
 Verschiedene bereiche im blut-kreis lauf sind mit sfinctoren abgeschottet (verschluss-apparate in form von ringförmiger glatter muskelzonen die venen verschliessen können; e.g. blutvolumina der lebervenen in den *Sinus venosus* wird durch diese mechanismen gesteuert).
 Haie haben ein im leibeshöhlen-bereich wenig ausgeprägtes autonomes nervensystem (es fehlen bestimmte spinalnerven - graue äste, die bei knochenfischen vorhanden sind), daher agiert dieses system sehr punktuell und zonenspezifisch autonom. Um diesen defekt zu kompensieren, wickeln haie die steuerung in gefässen über humorale systeme (botenstoffe wie acetylcholine, adrenalin, etc.) die ins blut ausgeschüttet werden und an den jeweiligen stellen wirksam werden (druckverlagerung des blutes durch sfinctoren, etc.).

- Exkretion osmo-regulation**
 Die Niere dominiert als wichtigstes exkretorisches Organ, wird aber vom Chlorid-Zellsystem der Kiemen (Steuerung und Regulation des Ionenhaushalts) und dem rektal-drüsen System unterstützt. Das lymphoide (blutbildende) Gewebe ist der Niere aufgelagert.
- p112 - left Haie zeigen einen deutlichen sexual-dimorfismus in den Nierenanlagen (speziell die Samen-ausleitung beim Männchen).
 Da der primäre Harnleiter bei den Männchen grundsätzlich nur mehr der Samenableitung dient, müssen sekundäre Harnleiter-bündel (Urethers) gebildet werden. Der weiblichen primäre Harnleiter wird hingegen noch genutzt - dort ist der sekundäre Harnleiter umgebildet zur Harnblase.
- p112 - 14.18 Aus der Caudalvene und den segmentalen rückführenden Venen des Rumpfbereiches wird Blut in die linke und rechte Niere eingebracht (portal-venensystem). Danach wird das gefilterte Blut paarig via die Caudalvenen zurück zum Herzen geführt.
- p113 - fig.1 Die Dorsal-aorta speist den ??? speist; es ist oxygeniert (O₂-reiches Blut und tritt in die Glomeruli ein). Zusammengefasste Nierenkanälchen eines Nephrons werden von Bündel-Arterien durchzogen. Bis zu 40% kann der glomeruläre Weg von diesen Bündelarterien umgangen werden (bypass-bildungen via humoral gesteuerte Sphinctoren) womit die Arbeits-effizienz der Glomeruli gesteuert werden kann.
 Das kann dazu führen das stumm-geschaltete Bereiche O₂-verarmen, und über die Sinus-Kapillaren und Renalvenen in die Caudalvene (später Cardinalvene) rückgeführt werden.
 Im portal-venensystem agieren die Nierenkanälchen und kommen mit dem portal-venenblut. Auch dieses System können durch Turbanorgane umgangen werden (3 ringförmige, aus glatten Muskelzellen bestehende und humoral gesteuerte Wülste). Die Kurzschaltung bewirkt eine Entlastung der rückresorbierenden Nierenkanälchen.
- p114 - **Bündel-system:** Die jeweiligen in Schlaufen austretenden Kanälchen eines Nephrons sind immer in einer festen peri-tubulären Hülle zusammengefasst; dabei laufen diese parallel zu einem arteriellen Kapillarsystem womit ein Gegenstrom-System für den Stoffaustausch gebildet wird - gilt nur für die Bündelzone. Das kann soweit gehen dass alles an Harnstoff in die Gewebsflüssigkeiten (Blutplasma) zurückgeholt wird.
 In der Sinus-Zone hingegen laufen die Schleifen eines jeden Nephrons frei und nicht isoliert voneinander wobei diese von vielen Kapillarvenen des portal-venensystems umgeben sind (kein Gegenstrom-Prinzip - vergleiche mit Kiemen).
- p115 - 13.2 In Süßwasser-Rochen fällt das ganze Weg, und wird durch Glomeruli und simple Schläuflerl erreicht. Hier ist es nicht notwendig Harnstoff aus dem primärharn im Gegenstrom-Prinzip rück zu resorbieren.

19th jan. 00

- ad excretion** Warum dieser komplizierte bau der niere (von bündelzone = hülle aus bindegewebe und eng vernetzten zellen im gegenstrom-system von nierenkanälchen und gefässen, blut-sinuszone mit lang hineinreichenden schleifen)?
Offenbar hat sich evolutiv dieser bau der knorpelfisch-niere etabliert um die notwendige rückresorption von harnstoff zu ermöglichen; ein weiterer stoff, trimethyl-aminoxid (TMAO) ist im harn ebenso bis zu 10% vorhanden; im plasma mit einer molarität von 60-80mmol/L.
- p115 - 13.2 Einige regulierende substanzen verleihen dem plasma und gewebeflüssigkeiten die osmolarität. Die gesamtosmolarität des blutplasmas liegt bei 1000mOsm/L, wovon jeweils 1/4 dem Na⁺ bzw. dem Cl⁻ zuzuschreiben ist, ein weiteres drittel dem harnstoff und der rest der TMAO. Folglich ist die gesamtosmolarität zu 50% den beiden letzteren zuzuschreiben.
Daraus resultiert das die knorpelfische leicht hyperosmotisch (=hypermolar) zum umgebenden seewasser sind. Damit ist sichergestellt das kontinuierlich ein schwacher netto-einstrom von seewasser ins gewebe erfolgt. Dieser leichte überdruck treibt die harnproduktion an und wird über die sehr grossen glomeruli (liegen im arteriellen system) abgeschieden.
Na⁺, HCO₃⁻, Cl⁻-abscheidung kann auch über die kiemen erfolgen; dieser eflux ist jedoch etwas geringer als der influx über die kiemen.
- p116 - fig1 Die niere schafft es nicht ein erhöhtes salzvolumen aus dem plasma zu exkretieren ohne das harnvolumen zu steigern (es kann nur harn mit einer gewissen konzentration erzeugt werden).
Um trotzdem mehr salz abgeben zu können haben knorpelfische eine rektaldrüse ausgebildet. Bei haie und rochen als kurzer blindsack am enddarm positioniert, ist sie durch eine tief, eng aneinander liegende drüsenschläuche charakterisiert, die von einem dichten kapillarsystem durchzogen sind. Als einschichtiges drüsenepithel liegen diese schläuche tief im bindegewebe und wiegt nur 500mg/kg körpervgewicht wobei 470µl/h*kg körpervgewicht sekretiert werden. Das sekret enthält rund 492mmol Cl⁻-ionen womit sich eine exkretionsrate von ca. 231mmol/h*kg des anions erreicht wird. Die sekretions-flussrate liegt bei 940µL/h*kg drüse welches einer 460µmol/h*kg ergibt.
Das organ scheidet Cl⁻ passiv gegen das konzentrationsgefälle ab in dem es einen elektrochemischen Na-gradienten schafft der per Na- und K-ATPasen (Na-K-pumpen an den basolateralen zellwänden) aufgebaut wird.
Chimären hingegen besitzen ein homologes organ, wobei die drüsenschläuche in die enddarmwand eingelagert sind.
- Sinneswelt**
p117 - fig1 Knorpelfische besitzen eine vielzahl von sinneswahrnehmungen die gestuft nach deren distanz sich folgendermassen darstellen:
?? Schall: Akustische signale werden im wasser wesentlich schneller transportiert als in luft. Folglich können knorpelfische schallwellen über kilometer erfassen.
?? Geruch: Transport und ausbreitung von chemischen gradienten (ionen und molekülen) können weitreichend (über 100te von metern) erfasst werden, womit chemo -fernsensorik ermöglicht wird.
?? Seitenliniensystem: Wassertransportierte druckwellen werden durch ein spezielles fern-mechanorezeptor-system können bis zu einer distanz von 100m registriert werden.
?? Optische wahrnehmung: Da die licht durch den hohen ionen- und partikelgehalt sowohl qualitativ (zusammensetzung) als auch quantitativ (intensität) rasch abnimmt kommt der visuellen wahrnehmung eine relativ unwichtig funktion zu, da es erst ab 10m brauchbar eingesetzt werden kann. Alle marinen organismen die visuelle einrichtungen vorweisen sind spezielle für den kurzwelligen bereich (blau-blaugrün) adaptiert. Tief schwimmende formen weisen blau-grün sensitive sehpigmente auf, wohingegen oberflächen schwimmer eher ein gelb-rötliches sehpigment aufweisen.
?? Lorenzinische ampullen: Meerwasser mit seinem hohen ionengehalt weist eine gute elektrische leitfähigkeit auf. Biogene elektrizität, die von schwimmenden organismen ausgeht können haie damit erfassen.
?? Geschmack: In unmittelbarer nähe des haies sind die geschmacksorgane für die sinneswahrnehmung ausschlaggebend.
?? Tastbereich: Mechanoperception durch barteln bei wobbegongs und rochen, oder die haut sind für das fressverhalten eines knorpelfisches die letzte entscheidungshilfe.

p118 - 12.5 ?? **Statoakustik:** Bogengänge (sacculus und utriculus) des endo-lymfatischen systems (innenohr) bestehen wie beim menschen aus 3 bogengängen. Bei den knorpelfischen generell gibt es keine *Dermato-cranium* (deckknochen)-bildung; daher ist es nicht verwunderlich, dass haie und rochen als einzige gruppe im adultstadium eine verbindung des endolymf-systems an die epidermis (körperoberfläche) besitzen. Diese *Acustico-Lateralis-Placode*, als gemeinsame anlage der epidermis des stato-akkustischen systems wird vom VIII hirnerv abgegriffen und stellt das seitenlinien-system dar (am kopf mit mehreren kanälen und am rumpf mit jeweils einem seitenkanal der bis zur schwanzbasis läuft).

Aufgrund der placode (= epidermis -verdichtung) kommt es zur differenzierung von sinneszellen, die als neuromasten ausgebildet werden. Darin eingelagert sind charakteristische haarzellen die ein bewegliches kinocilium (in 9+2 struktur) und mehrere kurze stereocilien (9+0-struktur) aufweisen.

Benachbarte stützzellen dienen nicht nur der mechanischen stabilisierung, sondern auch sekretorischer funktion. Sie bilden eine schleimcupula die drehend geformt auf dem ciliensaum aufsitzt. Durch wasser-bewegungen kommt es zur auslenkung der haarzellen, welche die neuromasten stimulieren. Da jedoch die lage der schleimcupula gerichtet ist, kommt es nur zur sinneswahrnehmung wenn die wasserbewegung senkrecht auf die cupulafläche auftrifft, bzw. nur einen gewissen sektor der haarzellen-neuromasten stimuliert. Eine weitere modifikation besteht darin das richtungsgebundene wahrnehmung durch haarzellen erfolgen die eine vorzugsrichtung aufweisen und somit eine ortung im raum ermöglichen. Dabei sind das kinocilium lateral und die stereocilien in stimulationsrichtung angeordnet - übrigens, diese anordnung ist auch für knochenfische gültig.

Die nervale anbindung an solche haarzellen erfolgt per afferente (ableitend) und efferente (zuleitende) nervenleitungen. Warum? Die haarzellen feuern spontan mit einer bestimmten frequenz (autonom, ständig); erst bei mechanischer stimulation der cilien wird diese ruhefrequenz moduliert. Fische sind daher in der lage in ruhestellung die wasserströmung zu erfassen, bzw. ihre eigene schwimmbewegung neben den streck-rezeptoren der muskulatur zu registrieren. Dazu kommt jedoch dass haie normalerweise während der schwimmphase (efferent gesteuert) das seitenlinien-system deaktivieren - siehe auch 1stes kapitel vom 29^{ten} jänner.

Vorkommen dieser haarzellen: Im endolymfatischen system (placode) und perifer in der körperdecke im den seitenlinien-kanälen.

Endolymfatisches system - bogengänge: Im Sacculus, Utriculus, und Lagena (flüssigkeits gefüllte räume) sind sogenannte Maculae (sinnesflächen) eingelagert die mit den cupulae verbunden sind an denen Ca-kristalle (otolithen) eingelagert wurden um ein trägheitsmoment bei bewegungen hervorbringen. Otolithen sind artspezifisch und können zur fischdetermination herangezogen werden. Die ampullenorgane (erweiterungen in den bogengängen) fungieren als rotationsbewegungs-melder. Darin enthalten sind kämme die mit einer cupula überzogen sind und wiederum stimulationsreize per neuromasten an die wahrnehmungszentren ins gehirn weiterleiten.

p117 - fig.1
fig. 3

Ein 4ter wesentlicher **bewegungsmelder** ist die *Macula neglecta*. Sie liegt zwischen utriculus und bogengang, und besitzt keine otolithen; dient der übertragung von schwingungen in der endolymfe die offenbar über eintretende schallwellen eingegangen sind.

Die knorpelkapsel der haie ist mit einem bindegewebs-element abgedeckt (*Parietal fossa* material = scheidengruben-material) und dient als bindegewebiges gel als akustikkoppler zur aussenwelt (ähnlich dem ovalen fenster beim menschen "*Fenestra ovalis*"). Dabei ist es in der lage richtungsgebundene wahrnehmung über kilometer zu unterscheiden, indem es den einfallswinkel und im dazugehörenden bogensystem die *Macula neglecta* erregt. Die menge der rezeptoren in *Carcharhinus leucas* (freiwasser-räuber) in der *M.neglecta* liegt bei rund $224E^3$ (total).

Die wahrnehmungsmaxima liegen in einem frequenzbereich zwischen 100Hz bis 1kHz und sinkt rasch bei frequenzen >1kHz und wird überwiegend von der *M.neglecta* in 20Hz-schritten diskriminiert, da verletzte, zappelnde tiere derlei typische frequenzmuster emittieren.

Beobachtungen: Plötzliche und laute töne provizieren einen rückzug, während kurze aber intensive klickgeräusche (knabbergeräusche von fressenden fischen) einen lockreiz darstellen.

- p119 - 12.1 **Olfaktorisches system:** Fernchemische geruchsinformation die unter 100m wirkt. Dabei hat sich gezeigt dass der hai sich im gegenstrom-prinzip dem emittenten mit schlängelnden bewegungsmuster nähert. Schlängelnd deshalb um den gradienten genau zu erfassen und letztendlich die quelle eindeutig zu orten (chemotaxis). Dabei hat sich gezeigt das die distanz der nasenöffnungen die effizienz der zielgerichteten bewegung bestimmt. Schliesslich bestimmen optische und fysischer kontakt die fress- bzw. beutereaktion. Das olfaktorische system ist in der
- p120 lage eine konzentrationsschwelle von $100E^9$ mol/L gewisser aminosäuren zu erfassen. Funktionell basiert der geruchssinn wie bei allen anderen wirbeltieren anhand von cilienrezeptoren in einem gefalteten riechepithel. Sie erfassen die ionenkonzentration des durchströmenden wassers in einer riechkammer die mit einström- und ausström-öffnungen versorgt sind. Beide riechorgane sind nur durch eine hautfalte voneinander getrennt.
- p121, 122 **Auge**
Bau und struktur ist vielfältig und variiert in den verschiedenen arten sehr. Grundsätzlich bestimmen jedoch der linsenapparat, glaskörper und ciliarkörper (linsenaufhängung) mit der davor liegenden cornea die grundstruktur. Im seewasser hat die cornea gar keine lichtbrechende wirkung. Die sklera (harte augenhaut, beim menschen aus collagen und bindegewebe) besteht bei den korpelfischen aus einer 2-fach punktierten (lochblende und sehnerv-austritt) knorpelkapsel. Die knorpelkapsel ist ein skleralknorpel der üblicherweise von einem knorpelstab bzw. augenstiel (bulbusstütze) getragen wird. Zentral- und horizontal-....?
- p124 Haie besitzen 2 gut entwickelte augenlieder, wobei das unterlied leicht beweglich ist und eventuell in längsrichtung gespalten sein kann. Die äussere 3te lidhälfte (nikthaut) ist nicht bei allen haien ausgebildet, wenn jedoch, dann ist es besonders gut beweglich indem es rasch über das auge gezogen wird um das auge komplett zu verschliessen (schutz beim fressen vor augenverletzungen; e.g. bei Squaliformes). Bei decapoden, vögel, reptilien und säuger liegt diese leicht transparente Haut innerhalb der Augenhäute, wohingegen bei Haien es ganz aussen angebracht und undurchsichtig, zum teil mit placoidschuppen besetzt ist (knochenfische - Telostei besitzen keine nikhaut).
Iris: Haie sind in der lage den iris -durchmesser gut zu regulieren um die lichtstärke dem sehvermögen anpassen zu können (knochenfische können das gar nicht). Dabei kann die pupille zu einem länglichen schlitz verjüngt werden - bei katzenhaien sogar zu 2 punktförmigen mit einem sehslitz verformt (1/100 der ursprünglichen lichtmenge). Bei rochen schiebt sich das iris - operculum über die pupille bis ein kleiner corona-artiger sehring übrig bleibt; damit ist gewährleistet das nur randstrahlen zur netzhaut gelangen und ein wirklich scharfes bild abgebildet wird (lichtreduktion auf 1/300). Dieser abblend-prozess kann aber bis zu 1min dauern, der aufblend-prozess sogar bis 20min (während des absinkens oder der tag/nacht anpassung). Accomodation ist bei haien noch nicht ganz geklärt - man nimmt jedoch an das einige arten die linse verlängern können, andere hingegen besitzen eine linse mit konstantem krümmungsradius - das bedeutet dass die linse eventuell verschoben werden muss um ein scharfes abbild entstehen zu lassen. Seichtwasser-rochen verschieben die linse. Generell ist aber bei rochen das sehvermögen schwächer ausgebildet, es kommt aber zu keiner totalen rückbildung des auges.
Viele haie und rochen sind tagsüber inaktiv (nachtaktiv) und besitzen daher auch eine duplex retina (stäbchen und zäpfchen). Starklicht-formen besitzen eine 6:1, bzw. Schwachlicht-formen ein verhältnis von 100 stäbchen zu 1 zäpfchen, bei einer durchschnittlichen dichte von 6500 Rezeptoren/mm in der fovea (bzw. 500/mm in den randzonen). Als sehpigmente sind überwiegend rhodopsin A1, A2 eingesetzt, bei einer maximalen wellenlängen-empfindlichkeit von 497-510nm (tiefseeformen eher um 480nm = starkes blau).
- p124 - 19 Das augenleuchten wird durch das *Tapetum lucidum* verursacht (reflektierende schicht in der aderhaut, *Coreoidea*, hinter der netzhaut) und ist bei den knorpelfischen am höchsten entwickelt. Dabei können gewisse wellenlängen bis zu 90% reflektiert werden (stärker sogar als bei katzen). Der zweck dieser reflexion ist allerdings unklar.
Guaninplättchen liegen in einem ganz bestimmten winkel hinter der retina in der coreoidea eingelagert welche mit melanocyten abgedeckt sind. Ausläufer der melanocyten ermöglichen pigment-verlagerungen innerhalb der melanocyten selbst.
Viele seichtwasser-formen besitzen ein schwarzes, ventrales feld. Welches eine besonders dicht gelagertes *T.lucidum* aufweist. Folglich wirkt dieser teil des auges als schwarzer körper (keine reflexionen).
Haie weisen eine geringe dichte an fotosensitiven pigmenten auf. Die dadurch resultierende sehschwäche wird allerdings durch die reflektierende schicht wieder kompensiert, die das licht so ablenken das streulicht keine fehlstimulationen hervorruft, womit trotzdem eine hohe empfindlichkeit gewährleistet ist.

Pelagische räuber besitzen abdeckbare tapeta; das könnte bedeuten dass die völlige abdunkelung ohne reflexion einem anderen tier dessen abwesenheit vorgaukeln will.

Nicht verschliessbare, und permanent relativ stark reflektierende augen (occlusive) findet man bei allen tiefsee-formen. Dabei dürfte der anlockende lichtpunkt einen positiven effekt auf den beutefang ausüben, und wird mit grosser wahrscheinlichkeit sogar von einigen arten als kommunikationssystem genutzt.

Nicht abdeckbare aber mit einem schwarzen, ventralen bereich versehene augen, gekoppelt mit einem besonders guten pupillenreflex, findet man bei nachtaktive littoral-benthische arten vor (Katzenhaie - Scyliorhinus).

Nachtaktive arten reagieren bei leichtem einfall mit einer verlangsamenen schwimmbewegung bzw. in weiterer folge mit einer ruhephase auf dem substrat. Experimente mit nachtaktiven haien zeigten dass eine exposition an andauernde dunkelheit einen tag-nacht-rhythmus besitzen, der jedoch nach einiger zeit nachlässt und die tiere permanent aktiv bleiben.

Haie reagieren stark auf silhouetten die sich von unten her gegen das oberlicht absetzen.

Leuchtend gelbe strukturen sind aus der ferne attraktiv, wirken allerdings im nahbereich eher abschreckend.

Pinneal-organ: Zwischenhirn-aussackung unterm dach des craniums, welches apfelartige lichtrezeptoren enthält. Skotopisches sehen (dunkelsehen) könnte damit ermöglicht werden, ist allerdings noch weitgehend ungeklärt. Das knorpeldach ist so konstruiert dass fast 7 mal mehr Licht hindurch treten kann als in den anderen knorpellagen (analog Lichtleiter).

Das pinneal organ ist phylogenetisch mit der epiphyse vergleichbar (zirbeldrüse). Auch sie weist ein analoges zellgewebe auf welches als taktgeber den tagesrhythmus prägt.

26th jan.00

- ad sinne** **Seitenlinien-organ** - das neuromasten-system ausserhalb des Innenohres: Jedes wenden, drehen, zappeln im umgebenden wasser erzeugt wasser-(druck-) wellen, bzw. strömungen; dementsprechend findet man bei knorpelfischen das mit poren durchsetzte seitenlinien-organ.
- p126 - 12.7 Ein längsschnitt eines lateralis - kanalsystem ergibt einen nach aussen gelegten porus der in den
p126 - 12.7d lateralen kanal führt welcher mit cupolae besetzten neuromasten bestückt ist.
Die seitenlinien-rezeptoren weisen einen ganz charakteristischen aufbau auf. Die rezeptoren besitzen eine afferente und efferente neuronale faseranspeisung. Die stimulation dieser zellen erfolgt durch die frequenz-modulation der spontan feuernden neuromasten ($f_0 = 15-20\text{Hz}$). Die efferenten fasern können während des aktiven schwimmvorganges per ZNS-ansteuerung stillgelegt werden um zu verhindern das die informationsflut fehlbewertungen im reaktionsverhalten auslöst - es ist nicht notwendig eigenbewegungen zu registrieren. Erst im ruhezustand wird die registrierung per efferenter ansteuerung wieder durchgeschaltet.
- p127 - 1 Das kanalsystem des seitenlinien-organs ist in der skizze von seite 127 ersichtlich.
- p126 - 12.7a **Grubenorgane**: Freie in gruben versenkte neuromasten mit speziell gestalteten placoidschuppen (umgestaltete schuppenform - siehe placoid-schuppe) um den wasserstrom in die orte der elektro- und strömungsrezeptoren hinein zu lenken.
- p116 - fig1 **Spiracular-organ**: In der nähe des spiraculum, befindet sich eine gruppe von rezeptoren die wahrscheinlich als positionsgeber für das hyomandibulare dienen. Damit soll eine information über den momentanen zustand (ausklinken und öffnen) des kieferapparates gegeben werden.
Savisches bläschen: In gruben versenkte neuromasten-gruppen der epidermis die auf besonders zarte (vibrative) wasserversetzungen ansprechen.
Alle diese rezeptoren dienen unter anderem auch um andere jäger (haie anderer arten) raschest zu erkennen bzw. das bewegungsmuster eines artgenossen zu erfassen. Die verschaltung der informationen erfolgt im gehirn zusätzlich zu den bogengang-informationen der position im raum.
- p126 - 6b **Elektrorezeption**: Bei allen knorpelfischen gibt es speziell adaptierte perceptionsorgane (**lorenzinische ampullen**) die elektrische felder detektieren können. Elektrochemische gefälle verursachen einen elektrischen strom, welcher wiederum ein elektrisches feld hervorbringt. Ströme von 500nV/s bei $<1\mu\text{A}$ werden offenbar registriert.
?? Kinetisch-elektrische felder: Ein sich bewegendes fisch (emittiert seinerseits ein elektrisches feld) bewirkt durch seine schwimmbewegung eine feldänderung des erdmagnetfeldes (ist von der geschwindigkeit abhängig) kann von solchen rezeptoren erfasst werden.
?? Feldemission durch muskelaktivität: Durch die minimalen stimulationsreize und der daraus resultierenden muskelbewegung wird ein elektrisches feld generiert - auch das kann erfasst werden.
?? Elektrische organe: Bioelektrische feldemissionen aus speziell entwickelten organen; z.B. Nagel- und Stachelrochen besitzen schwache elektrische organe in der schwanzregion, währenddessen die Torpedos starke elektrische organe in den seitlichen pektoralis-lappen besitzen mit welchen sie die beute betäuben bzw. feinde abschrecken können.
- p126 - 6.b Was wird bei der elektro-chemischen perception gemessen? Minimale potentialdifferenzen und deren änderungen zwischen dem offenen wasser ausserhalb des porus und dem rezeptor an der basis eines kanals werden erfasst. Nachdem in den meisten fällen keine efferente kontrolle möglich ist, liefern die elektrorezeptoren ständig informationen an das ZNS.
- p127 - 1 Die lorenzinischen ampullen sind mit einer galertartigen substanz gefüllt, die es ermöglichen eine potentialdifferenz der epidermis und den mit rezeptoren bestückten ampullen (sind in die wand eingelagert) zu erkennen. Somatische poren stellen eine verbindung zu den an der basis erweiterten bereich her (alveolen). An der basis befindet sich auch das afferente neuron. Mehrere alveoli mit deren neuron teilen sich einen kanal, wobei mehrere dieser neuron sowie mehrere systeme in weiterer folge zum elektronerven zusammengefasst werden. Je mehr solcher ampullen zusammengefasst werden, desto grössere flächen werden erfasst, zum nachteil der geringeren ortsauflösung. Umgekehrt können individuelle versorgung von ampullen durch je einen afferenten nerven die ortsauflösung erhöhen. Bei einem adulten tier kann man den austritt der galertartigen füssigkeit durch drücken an der körperdecke hervorrufen.
- p133 - 1 Chimären besitzen nach aussen offene, durch knöchrige halbringe abgestützte kanäle (sind nicht wie bei haien und rochen geschlossene kanäle).
- p133 - 2 Bei abgehobener körperdecke, erkennt man die schleimgefüllten kanäle und die am basalen ende sitzenden erweiterten ampullen. Anhand des querschnitts der epidermis erkennt man noch genauer die vielzahl der in die haut eintretenden poren.
- p132 - 10

- p129 - 12.11 Wie kann man die funktionalität der elektrozeporen erfassen?
 Mit einem elektrischen impulsgeber kann man die elektrische emission eines beutetieres simulieren um einen hai an die richtige elektrode anzulocken.
 Rochen lassen sich dahingehend trainieren indem sie in einem permanenten elektrischen feld eine bestimmte nische anschwimmen - bei änderung der polarität des feldes wird demgemäss die gegenüberliegende nische angepeilt; d.h. rochen schwimmen immer gegen das konzentrationsgefälle des feldes.
 Männliche Stachel- und Nagelrochen sind in der lage die schwachen feldemissionen von vergrabenen weiblichen artgenossen zu detektieren.
- p130 - 9+11 Bei rochen zeigte sich das die seichtwasser-formen weitaus weniger gesamt -alveoli besitzen als die tiefsee-formen. Ebenso ist die durchschnittliche weite der ampullen bei seichtwasser-formen geringer als bei tiefsee-formen. Daraus lässt sich schliessen das die seichtwasser-rochen mit weniger elektrozeporen bei vermehrtem nahrungsangebot genauso gut überleben können wie jene tiefsee-rochen welche einer erhöhten rezeptivität bedürfen.
- p131 - 13 Je nach rochenart, lässt sich eine verschieden hohe anzahl an alveolen in verschiedenen körperregionen ermitteln. Dabei zeigt sich dass die tiefsee-formen (Batyraja) durch eine überragend hohe ampullen pro alveolen herausstechen. Anhand der poredichte pro cm^2 (bei vernachlässigung des ampullentypes) lässt sich das morfologische potential ermitteln; i.e. ist das produkt der relativen maulweite und der gesamlänge des tieres [mm]. Daraus lässt sich die mögliche nahrungsnische ableiten wobei man dann in seichtwasser-, tiefenwasser-, etc. gruppierungen unterteilen kann.
- p134 - 2 Haie nutzen diverse sinne um auch vergrabene organismen (scholle) erfassen zu können.
 ?? Eine in Agar eingeschlossene Scholle emittiert durch seitliche Poren Duftstoffe die per interstitieller strömung an die substratoberfläche diffundieren. Der hai jedoch orientiert sich nicht durch seine olfaktorische fähigkeiten sondern anhand der elektrischen feldemission des vergrabenen Fisches.
 ?? Erst der tausch der lebenden scholle durch fleischstücken die in agar umschlossen sind, wobei wiederum die emission von duftstoffen durch seitliche poren ermöglicht ist, orientiert sich der hai anhand des olfaktorischen duftgradienten.
- p134 - 7 ?? Bei kompletter isolation erst, wird dem hai die wahrnehmungsmöglichkeit der beute geraubt.
 ?? Auf im sand vergrabene stromdurchflossene elektroden reagiert der hai sehr wohl.
- p135 - 33 Die orientierung dieser tiere erfolgt durch ihre positionierung in einem bestimmten winkel zum erd-magnetfeld. Satellitenüberwachung von mit sendern ausgestatteten tieren ergaben dass sie ihren kurs bevorzugt zur nordung des magnetfeldes halten. Wohingegen die ortung einer beute durch das anpirschen quer der feldlinien (i.e. entlang eines feldlinien-gradienten) erfolgt.
- Das gehirn** Die empfindlichkeit dieser elektro-rezeptoren: Feldgeneration durch die eigene muskelaktivität wird im gehirn durch lateralvergleicher weggefiltert; i.e. links-rechts-vergleiche ermöglichen eigenemissionen gegenseitig aufzuheben (analog dem hintergrund-rauschfilter).
- p136 - 34 Das gehirn der knorpelfische in relation zum körporgewicht liegt über den vögeln und fischen bzw. unter dem säugergehirn.
- p136 - 37 Im vergleich der gehirne untereinander (zw. urtümlicher und modernen form) zeigt sich dass bei der urtümliche form die region des zwischenhirns, dächer des mittelhirns, des cerebellums gleichwertig sind. Das cerebellum ist weder vergrößert noch besonders strukturiert. Die beiden hemisfären sind deutlich getrennt.
 Der *Nervus terminalis* innerviert die seitlichen bereiche der nasengrube und mündet in die vorderen bereiche der beiden hemisfären; wird als N_0 bezeichnet da dieser nerve beim mensch überhaupt nicht mehr vorkommt, sehr wohl jedoch bei niederen tieren gut entwickelt ist. Seine funktion ist noch nicht restlos geklärt, dürfte aber mit der olfaktorischer (ferromonaler) funktion gekoppelt sein.
 Im telencephalon (endhirn) sind bereits tertiäre und sekundäre verschaltungszentren integriert. Die stato-akustischen signale werden im mittelhirn verarbeitet, die elektrozepation und lokomotion erfolgt meist im cerebellum.
- p142 Median-sagitalschnitte der knorpelfisch-gehirne zeigen eindeutig das die dachbildung am dencephalon und an der *Medula oblongata* so schwach ausgebildet sind dass diese bei der präparation leicht abgehen und den ventrikelraum freigeben. Der ventrikelraum zieht weiter von der *Medula oblongata* (IV ventrikel) in das cerebellum bis vor in den *Venus transversal* (abgrenzung von zwischenhirn zu telencephalon). Das rhombencephalon entspricht einer fortsetzung des rückenmark-baus. Darüber sind das cerebellum, *Tectum opticum*, und telecephalon aufgesetzt.

- Im knorpelfisch-hirn gibt es weder einen klar definierten 11ten noch einen 12ten hirnnerv. Es gibt einen hypoglossus-nerven der den 12ten repräsentiert, allerdings ist das bereits ein spinalnerv - jedoch kein vom schädel austretender nerv; d.h. es treten nur 10 hirnnerven direkt aus der gehirnkapsel eines knorpelfisches aus. Später evoluierte formen vergrössern das rückenmark und bilden somit 12 hirnnerven aus (Amniota).
- p137 - 12.4 Die entscheidenden unterschiede im knorpelhirn sind die grösse und anordnung des riech-bulbus (*Bulbus olfactoris*), in der art der ausdifferenzierung der beiden endhirn-hälften (telencephalon) und des cerebellums - eine medianfurche im cerebellum ist eher ein urtümliches merkmal. Alle diese veränderungen weisen auf den komplikationsgrad und dessen evolutiver stellung hin, mit gleichzeitiger gruppenzugehörigkeit (systematik) sowie die rückschliessbarkeit auf die dazugehörige lebensweise (schnellschwimmer, träger - rascher benthosbewohner, etc.)
- p138 *Carcharis carcharodon* als hochevoluierter, schnellschwimmender räuber besitzt ein grosses endhirn (mit verschmolzener ganglionmasse) sowie riessigen cerebellum.
- p139 . 5 Cerebellar-differenzierung: Einteilung in einen vorderen und hinteren bereich, die so weit gehen können dass die ursprüngliche form und dessen symmetrie nicht mehr erkennbar sind.
- p139 - 26 Beim Mantarochen nehmen grosshirn und kleinhirn eine übermächtige position ein, wobei das optische zentrum vom cerebellum "überwuchert" wird, da das optische system bei den knochenfischen eine weit geringere bedeutung besitzt als bei den knochenfischen wo das *Tectum opticum* zu dem zentral dominierenden hirnschnitt wird.
- p140 - 13 Der hammerhai besitzt mächtige riechsäcke und ein dementsprechend grosses ungeteiltes telencephalon; ein mächtiges vielgefurchtes cerebellum sitzt dem *Tectum opticum*, auf dass man noch von dorsal erkennen kann.
- p141 - 17 Adlerrochen weisen eine massige entwicklung des endhirns auf die mit einem zusätzlichen zentralnucleus besetzt sind (ganglienmasse im endhirn); weiters das stark verzogene und gewundene cerebellum und ein kaum wahrnehmbares *Tectum opticum*.
- Entwicklung** Knorpelfische weisen zwei grundsätzlich verschiedene gebärverhalten auf:
- p143 - 34 ?? Oviparität (eierlegend - **43%** entwickeln sich in einer eikapsel); davon haben 42% verlängerte ei-entwicklungs-fase und nur 1% eine lang zurückgehaltene entwicklungsfase. z.B. Heterodontiformes, einige Orectolobiformes und Carcharhiniformes, die rochen sowie chimären.
- ?? Viviparität (lebendgebärend - **57%** entwickeln sich über den dottersack); hier zeigt sich das sich verschiedene wege der placentation oder uterusversorgung durchgesetzt haben. Davon haben rund 19% eine uterine versorgung des embryos; 9% weisen eine placentale versorgung auf, 27% werden über einen dottersack ernährt und rund 2% kannibal.
- Kannibalismus ist hier so zu verstehen als das diese gruppe oofagie betreibt; dabei werden die in den uterus eingebrachten ovulierten eier bei bestehender gravidanz von dem jungtier im uterus als ernährungsquelle verzehrt. Die heranwachsenden jungtiere bilden bald ein gutes gebiss aus und fressen sich im uterus gegenseitig, womit letztendlich nur eine geringe zahl an jungtieren 1-2 den mutterleib verlassen (adelofagie - bruderfresser, z.b. Lamniformes).
- p144 - 1 **Bau einer eikapsel** (ovipar): Die geöffnete eikapsel zeigt den embryo (angeschnitten) mit seinem spiraldarm, dotterstrang (nabelstrang) mit zu- und rückführendes gefäss (dotterarterie und dottervene); ein endodermaler dottergang (vitelli-intestinal duct) dient als die direkte verbindung vom dottersack zum darmtrakt. Der dottersack wird zunächst vom dottersack-syncycium (verschwinden der zellgrenzen) via entoderm umwachsen. Das entoderm wird von mesoderm und schmalen coelomräumen als gefässbildend eingearbeitet. In weiterer folge wird das syncycium resorbiert und wird über den darm-dottergang via cilien in das innere hinein transportiert - womit ein baldiger dotterkreislauf gebildet ist. Dies bedeutet auch das sich sehr bald schon in der entwicklung ein dotter-kapillarnetz entwickeln muss um den dotter resorbieren zu können (austretende arterie und rückführende vene).
- p145 - 12 **Gonaden:** Bei den knorpelfischen gibt es drei verschiedene hodenentwicklungen. Dabei kommt es zur bildung von spermiozeugmen; das sind zusammenhängende in bündeln liegende spermienpakete.
- ?? Diametraler hodenaufbau: Eine zur seite liegende mediane bildungszone formt radiäre stränge aus in denen spermien follikulär ausdifferenziert werden (hier nicht in kanälen, tubulär wie bei den Amnioten = reptilien und säuger, sondern in kleinen bläschen). Die bildung von bläschen bringt eine grosse gruppenanzahl von gleichaltrigen spermien hervor
- ?? Radiärer hodenaufbau: Nach allen seiten hin ausdifferenzierende, radiale folikelbildung.
- ?? Gemischter hodenaufbau: Bei den rochen liegt eine radiär- und diametral- gemischte spermienreifung vor.

Die speicherung und rückhaltung von spermien kann lange dauern - von wenigen tagen bis jahren. Ist damit begründet als das die trächtigkeitsfase eines weibchens bis zu einem jahr dauern kann. Diese ausgesprochen lange tragzeit macht hai-fischerei sehr problematisch, da reproduktionsmuster so atypisch sind - daher zum teil schon stark in ihrer existenz bedroht.

Kopulationsorgane: Beim männchen sind die siphonalsäcke sind zwischen körperdecke und muskelwand liegende schläuche und säcke. Diese reichen von den brustflossen des schultergürtels bis zu den claspern - bei einem hai von 2m entspricht das fast 1m. Es sind muskulös eingehüllte körperdecken-säcke in denen epitheliale drüsen eingelagert sind die bei der kopula durch einpumpen von wasser die sekretre samt spermienpakete (fingerdicke stückcen die in cm-segmente zerbrechen) in das weibchen übertragen. Komplizierte hacken und sporenbildungen stellen sicher dass während der kopula diese haftorgane sich im genitalorgan verankern damit die ausspülung der spermienpakete sicher sein ziel erreichen.

p166

p167

Myxopterygium (claspers) sind sehr beweglich - das männchen rollt sich klammernd um das weibchen und führt in der regel nur einen der beiden myxopterygien in den genitaltrakt des weibchen ein; der zweite bleibt entweder ausgestreckt oder dient als stütze.

p165 - 3

Ammenhaie kopulieren im seichtwasser und legen sich dabei sogar auf den rücken. Viele weibchen weisen eine dickere beschuppung und eine resistenere körperdecke auf als ihre männlichen kollegen; während der kopula sind die männchen sehr grob zu den weibchen, indem sie es durch bisse in die brustflossen zur kopula zwingen. Die eigentliche vereiniung geschieht in seichtwasser in ca. 0.5-1.5m tiefe.

.... teil 2 noch austständig