**DIERKUNDE Hoofdstuk 12: ARTHROPODA**

1. Inleiding en diagnose

**Diagnose**

* Morfologie
  + Gesegmenteerd
    - **Heteronome segmenten**
  + **Tagmata**
    - =lichaamszones die ontstaan door versmelting van segmenten
  + Chitineuze cuticula
    - Doet dienst als exoskelet
    - Steun verlenen
  + Gereduceerd coeloom
    - Doet enkel nog dienst voor voortplantings- en excretiestelsel
  + **Hemocoel** = eigenlijke lichaamsholte
    - = holte gevuld met bloed
* Fysiologie
  + Volledig spijsverteringskanaal
  + Centraal zenuwstelsel
    - ganglia op een ventrale zenuw per segment
    - **Kopganglion** dorsaal vd oesopgahus
  + Gasuitwisseling door **trachea, kieuwen, boeklongen, huid**
  + Open bloedvatenstelsel met een dorsaal hart
  + Osmoregulatie: b**uizen van Malpighi**, excretieklieren
  + Circulaire en overlangse spieren
* Voortbeweging
  + Scharnierende **gelede aanhangsels** aan elk segment
* Voortplanting
  + Gescheiden geslacht, vaak met sexueel dimorfisme
  + Interne bevruchting
  + Soms parthenogenese
* Ontwikkeling
  + Direct of indirect via speciale larvenstadia (vervellingen en **metamorfose**)
* Habitat
  + Crustacea meestal in water, andere meestal terrestrisch
  + Wereldwijde verspreiding
* Grootte
  + Volwassen dier van minder dan 0,1 mm tot > 60cm
* Diversiteit
  + Ongeveer 875.000 beschreven recente soorten

Vanaf hier alles geel

**Algemeenheden**

* Uiterst succesvolle groep
* Enorm veel soorten
* Ubiquist
  + wordt in zeer veel uitlopende biotopen aangetroffen/ komen voor in allerlei milieus
* Groot aanpassings- en resistentievermogen
  + harde cuticula
    - tegen uitdroging
  + gelede aanhangsels
    - beweging
  + vleugels (bij insecten)
    - beweging
  + efficiënte ademhaling
* Ingewikkeld gedrag (ontw. zenuwstelsel)
* Belangrijke interacties met de mens
  + Vijand vd mens
    - Voedselconcurrent
    - Parasiet
    - overdragers van ziektekiemen
    - schade aan materialen
  + bondgenoot vd mens
    - bestuiver
    - biologische controle

**Waarom waren of zijn Anthropoda zo succesvol?**

* Beperkingen vochtverlies door:
  + Exoskelet
  + Gesloten excretiestelsel (buisjes van Malpighi)
    - Vgl met metanephridia
  + Waterresorptie in darm
  + Afsluiting trachea door kleppen (insecta)
* Ademhaling door kieuwen, boeklongen en/of trachea
* Ontwikkeling van extremiteiten die in tal van processen terugkomen
  + Poten en vleugels voor verspreiding
  + Monddelen e.a. voor opname voedsel
    - Mandibula insecta hebben het mogelijk gemaakt om niet vloeibaar voedsel op te nemen zoals plantenmateriaal
* Conclusie
  + Door evolutie boeklongen en trachea + vochtverlies beperken -> niet gebonden aan water of vochtige habitats
    - Kunnen overleven in extreem droge omstandigheden vb: woestijn
  + Door extremiteiten -> verhoogde mobiliteit -> geraken aan meer voedselbronnen

2. Ontstaan en evolutie

* afstamming slecht gekend -> door gebrek aan duidelijke fossielen
* vermoedelijk verwant met annelida -> gemeenschappelijke kenmerken
  + segmentatie
  + buisvormige darm
  + touwladdervormige zenuwstelsel
  + aanhangsels voor voortbeweging

3. Systematiek

* Grote groepen:
  + (Subphylum **Trilobitomorpha**)
    - Enkel fossiel, primitief
  + Subphylum **Chelicerata**
    - = spinnen en schorpioenen
    - Geen antennen of mond- kauworganen
    - Wel extremiteiten omgevormd tot grijporganen (=cheliceren)
  + Subphylum **Crustacea**
    - = kreeftachtigen
    - = o.a. Krabben en kreeftjes
    - Waterbewonend, antennen, kauwende monddelen, ademend door kieuwen
  + Subphylum **Insecta**
    - = insecten
    - Landbewonend, ademen door tracheeën, lichaamsindeling in kop, borst en achterlijf, 3 paar looppoten, vaak 2 paar vleugels
  + Subphylum **Myriapoda**
    - = o.a. duizend en miljoenpoten
    - Landbewonend, tracheeën om te ademen, antennen met mandibula, lichaam onderverdeeld in kop en lange romp met veel segmenten
* Onderverdeling Arthropoda afhankelijk van de bron
  + Onzekere groepen
    - **Onychophora**
      * Wormachtig
      * Tussenvorm annelida en gastropoda
      * Geen uitwendige segmentatie, groot aantal poten
    - **Tardigrada** 
      * =beerdiertjes
      * Zeer klein gelede diertjes, min of meer cilindrisch, 4 stompe poten met grote klauwen, aquatisch of semi-aquatisch
    - **Pentastomida**
      * Parasitair in gewervelde dieren, wormvormig lichaam, 2 paar lobachtige poten
  + Vroeger:
    - Onderverdeling op basis van morfologie
    - Recent: DNA onderzoek gooit ‘klassieke’ onderverdeling doorheen, zeer snelle evolutie

4. Typische kenmerken arthropoda bouwplan

4.1 Exoskelet

* **Exoskelet** 
  + Karakteristiek voor Arthropoda
  + Voordeel
    - Bescherming (fysisch en fysiologische stress)
  + Nadelen en beperkingen
    - Uitwisseling van voedsel gassen en uitscheidingsstoffen met omgeving
    - Waarneming buitenwereld (-> zintuigen)
    - Beweging
    - Groei
      * Vervelling
    - Grootte (lichaamsgrootte < 60cm)
      * Tijdens vervelling weinig of geen steun
  + Aanpassingen aan nadelen = arthropodisatie

4.2 De lichaamswand: de cuticula

* **Cuticula**
  + Afgescheiden door epidermis
  + Hard, onvervormbaar maar wel buigzaam
  + Vormt een exoskelet
    - beschermend tegen chemische en mechanische aantasting
  + Oppervlakte kan geskulpteerd zijn (haren, doornen, … )
  + Beweegbare haren in verbinding met epidermiscellen en zenuwuitlopers
    - Haren vervullen zo een sensomotorische of chemoreceptorische functie
  + Inwendige instulpingen (apofysen of apodemata)
    - vormen een endoskelet = aanhechtingspunt voor spieren
  + Gekleurd d.m.v.interferentiekleuren of pigmenten
* Bestaat uit 3 lagen:
  + **Epicuticula**
    - Zeer dun
    - Cementlaag (bacteriële infecties)
    - Waslaag (vochtverlies, bacteriële infecties)
    - Cuticulinelaag = proteïne laag
  + **Exocuticula**
    - Hard
    - Afwisselende lagen van chitine en sclerotine
      * Chitine = stikstofhoudend polyssacharide
      * Sclerotine = proteïne
    - Zacht bij larven
      * Exocuticula is dan niet gesclerotiniseerd
    - Zeer hard bij sommige Crustaceae
      * Kalkzouten verwerkt in de exocuticula
  + **Endocuticula**
    - Dik en elastisch
    - Afwisselend chitine en arthropodine
  + Exo- + endocuticula = **procuticula**
  + Hebben poriënkanalen met protoplasmatische uitlopers epidermis (opbouw cuticula)

4.3 Groei en vervelling

* Groei kan enkel sprongsgewijs
  + De harde cuticula belet een continue groei
  + Enkel discontinue groei of sprongsgewijze groei, tijdens vervellingen
  + Uitz: de weefsels groeien tussen de vervellingen in -> zonder uitwendige toename in grootte
* Vervelling:
  + Epidermiscellen groeien en delen
  + Ontstaan van holte/ruimte tussen epidermis en cuticula (= **apolyse**)
  + Afscheiding nieuwe cuticulinelaag op de vergrote epidermis
  + Oude endocuticula lost op, afscheiding nieuwe epicuticula via poriën
  + Vorming nieuwe exo- en endocuticula onder nieuwe epicuticula
  + Afwerpen oude cuticula
    - Oude afgestroopte cuticula = **exuvia**
    - Vervellen/ afwerpen= **exdysis**
  + Alle cuticulaire delen worden vervangen (haren, ogen, stekels)
  + Door wateropname strekt de nieuwe cuticula zich
  + Tenslotte verhard de cuticula
    - = laatste fase
    - Tijdens deze fase is het organisme zeer kwetsbaar
* Vervelling is periodisch
  + Continu tot einde leven of stopt op bepaald tijdstip (als max grootte bereikt is)

4.3 Bouw ven een segment

* Tussen **acron** (koplapje) en **telson** (staartstukje) ontstaan **segmenten**
* Segmenten:
  + Oorspronkelijk allemaal gelijk:
    - 1 paar zenuwganglia
    - 1 paar coeloomzakjes
    - 1 paar extremiteiten
  + Door differentiatie ontstaan lichaamszones of **tagmata**
    - Kopstreek: **cephalon of prosoma**
    - Rompstreek:
      * Middenstreek: **thorax of pereion**
      * Achterlijfstreek: **abdomen, opisthosoma, pleon**
    - Soms thorax vergroeid met cephalon tot **cephalothorax**
  + Basisvorm van een segment (primair – steeds hetzelfde)
    - Dorsaal skleriet: **tergiet**
    - Ventraal skleriet: **sterniet**
    - Laterale sklerieten: **pleurieten**
      * Verbinden ventraal en dorsaal sklerieten
    - Parige **extremiteit/ aanhangsels**
    - Ventraal ganglion (dubbele zenuwstreng)
    - Dorsaal bloedvat
    - Spieren:
      * Dorso-ventraal
      * Longitudinaal
      * Protractorspieren en retractorspieren
* Aanhangsels of extremiteiten
  + = uitstulpingen vd lichaamswand
  + Opgebouwd uit cilindervormige **podomeren** (= leden v/e aanhangsel)
  + Grote variatie aan functies:
    - Zintuigen
    - Voedselopname
    - Voortbeweging
    - Voortplanting
  + Verschillende poottypen:
    - Crustacea-splijtpoot
      * Propodiet (=sympodiet)
        + = Twee basisleden samen
        + Eventueel met epipodieten
      * 2 assen
        + Staan op de propodiet
        + Distale exopodiet = uitwendige
        + Proximale endopodiet = inwendige
    - Trilobita-Arachnida-staafpoot
      * Epipodiet (uitgroei) op propodiet
      * Bij Arachnida slechts 1 as (propodiet)
    - Myriapoda-Insecta-staafpoot
      * Slechts 1 as met podomeren
      * Evt. met endieten of exieten (op deze as)

4.4 Spijsverteringsstelsel

* Spijsverteringsstelsel
  + = Buisvormig
  + Voordarm
    - Ontstaat uit **stomodaeum** (= een instulping vh ectoderm)
      * Binnenzijde voorzien van cuticula
    - Kan zich differentiëren tot **farynx, oesofagus*,* maag**
    - Functie
      * Gespecialiseerd voor voedselopname
  + Middendarm of **mesenteron** (= entodermale oorsprong)
    - Vaak **diverticula** 
      * Monden uit in de middendarm en zijn ontstaan uit uitstulping vd middendarm
      * = blindeindigende klieren
    - Functie
      * Vertering en absorptie (door enzymen)
  + Rectum of einddarm
    - Ontstaat uit **proctodaeum** (= een instulping vd ectoderm)
      * Heeft cuticula
    - Functie
      * Waterresorptie (bij terrestrische arthropoden)
      * Eliminatie van afvalstoffen door anus
* Ectodermale delen vervellen mee
  + Voordarm en de einddarm

4.5 Ademhalingsstelsel

* Bij kleine arthropoden
  + **Diffusie** doorheen lichaamswand
  + Geen speciale ademhalingsorganen nodig
* Grotere arthropoden
  + Diffusie volstaat niet
    - Ze hebben een te harde cuticula
    - Ademhalingsorganen nodig = uitstulpingen vd lichaamswand
  + Kieuwen
    - Waterbewonend
    - Dunne uitstulpingen cuticula met een groot oppervlak
    - Goed doorbloed
    - Hangen in continue waterstroom -> eenvoudige stofwisseling
  + Boeklongen
    - Landbewonend
    - Bij Arachnida
    - Bestaan uit dunne cuticulaire platen
      * Die als een boek opeen liggen
      * Omgroeid door een instulping vd lichaamswand
    - Lucht langs buitenkant -> door platen circuleren
    - Bloed langs binnenkant -> gasuitwisseling mogelijk
  + Tracheeën
    - landbewonend
    - Bij sommige Arachnida, Myriapoda en Insecta
    - = Instulpingen van lichaamswand die tussen weefsels dringen
      * Open naar buitenwereld via stigma
        + Stigma voorzien van kleppen

lichaamsvreemde deeltjes buiten te houden

vochtverlies te beperken

* + - * Trachea verstevigd met taenidia
        + = Spiraalvormige verdikkingen
        + Ontstaan uit de exocuticula
        + Inwendig
      * Trachea-tracheolen
        + = fijnste vertakkingen vd tracheeën
        + omringd door tracheeëneindcel = tracheolencel
    - Werking
      * Bij spieractiviteit -> osmotische potentiaal stijgt -> vocht gaat uit lumen vd tracheolen -> hierdoor lucht in tracheolen -> lucht diffunderen via wand vd tracheolen tot in weefsel
      * Spieren verslappen -> tracheolen terug gevuld met vocht -> zuurstof niet meer in weefsel
      * Voordeel: zuurstof steeds op plaats hoogste nood

4.6 Bloedsomloop en lichaamsholte

* Lichaamsholte
  + **Hemocoel**
    - = lichaamsholte gevuld met bloed
    - = bloed circuleert vrij in de holte
* Bloedvatenstelsel
  + Open bloedsomloop maar er zijn **3 sinussen** die het bloed kanaliseren
    - Sinus = onderverdeling vd hemocoel
    - Sinussen worden afgescheiden door **diafragmata**
  + Dorsaal bloedvat
    - Ligt in de **pericardiale (dorsale) sinus**
    - Contractiel
    - Afsluitbare **ostia** of openingen
      * Voor het pompen vh bloed uit de sinus naar de kop
  + Bij sommige groepen een vollediger bloedvatenstelsel
    - Arachnida - crustacea - myriapoda
    - Gedeelte vh dorsaal bloedvat is dan gespecialiseerd tot hart -> hieruit vertrekken segmentale bloedvaten naar organen
    - + Ventraal bloedvat ontstaat

4.7 Excretiestelsel

* Excretie
  + = eliminatie van metabolische afvalstoffen
    - Uitscheiding van vaste stoffen -> darm
    - Uitscheiding van gassen -> ademhalingsstelsel
    - Uitscheiden van andere stoffen -> speciale organen nodig
* Excretieklieren
  + Excretieklier van mesodermale oorsprong
    - = overblijfselen vd coeloomzakjes
    - Bestaat uit een eindzak -> voorzien van een trechter -> mond uit in tubulus (=afvoerkanaal) -> laatste deel tubulus kan blaas zijn
    - Genoemd naar de plaats vd excretieporus
      * Vb: coxale excretieklieren monden uit in de coxa
  + Buizen van Malpighi
    - Bij landarthropoden
    - Ligt op grens middendarm-einddarm
    - = Lange darmuitstulpingen tussen hemolymfe en weefsels
      * Sterk geplooid aan distale uiteinden
      * Hemolymfe opgenomen door pinocytose
      * Water geresorbeerd/ opgeslurpt op weg naar lumen
  + Nefrocyten: cellen in bloedbaan die bloed zuiveren van gifstoffen
    - Slaan stoffen op -> scheiden ze niet uit

4.8 Zenuwstelsel

* Zenuwstelsel
  + = een centraal zenuwstelsel
    - Lijkt op een touwladder
  + Per segment
    - Vorming van 1 paar (vergroeide) ganglia of zenuwknopen
      * Zijn verbonden met elkaar dmv longitudinale en dwarse zenuwen
  + Concentratie ganglia in kopstreek → **hersenganglion**
    - Hersenganglion bestaat uit:
      * **Protocerberum**
        + = de ganglia vh segment dat de ogen vormt
        + Bevat neurosecretorische centra

= kernen waar hormonen geproduceerd worden

* + - * **Deutocerebrum** 
        + = de ganglia vh segment dat eerste aanhangsels vormt
        + Innerveert antennes
      * **Tritocerebrum** 
        + = ganglia segment dat tweede aanhangsels vormt

4.9 Endocriene klieren

* Endocriene klieren
  + **Neurosecretorische cellen**
    - gelegen in hersenganglion
    - produceren **hormonen**
      * hormonen opgestapeld in corpora cardiaca of sinusklieren
      * hormonen worden vrijgezet in hemocoel
  + **Corpora cardiaca**
    - opstapeling van hormonen
    - (sinusklieren)
  + **Corpora allata**
    - Staan in verbinding met de neurosecretorische cellen
    - Produceren ook zelf hormonen
* Functie
  + Endocriene klieren spelen een belangrijke rol bij vervelling, groei en metabolisme

4.10 Zintuigen

* Zintuigen kunnen bestaan uit
  + Individuele cellen of uit tot organen gegroepeerde cellen
* Soorten receptoren
  + **Borstelharen**
    - Registreren lucht verplaatsingen
    - Mechanoreceptorische functie
  + **Sensillum campaniformium** 
    - = ovale stukjes soepele cuticula verbonden aan neuron
    - Registreert cuticulavervormingen
      * Buiging, strekking enz.
  + **Statocysten** 
    - = zakvormige holte met vloeistof
    - In de holte rusten **statolieten** op zenuwuitlopers
    - Registreert de ruimtelijke houding dmv de statolieten
  + **Orgaan van Johnson** 
    - komt voor in de antennebasis bij Insecta
    - registreert de stand vd antennen
    - (geluidsorgaan)
  + Gehoororganen
    - Bij landarthropoden
    - Liggen op de abdominale segmenten of op poten
    - = stijve ring (**annulus**) met trommelvlies (**tympanum**)
    - Registreert luchttrillingen
  + Chemoreceptoren
    - = Zintuigcellen die geprikkeld wordt door verandering in chemische samensteling
* Soorten fotoreceptoren
  + **Ocelli**
    - Enkelvoudige lichtgevoelig organen
    - Bestaan uit een **cornea**/ lens met daaronder lichtgevoelige cellen
    - Registreren veranderingen in lichtintensiteit
      * Vormen geen exact beeld
  + **Facetogen**
    - Samengesteld uit een groot aantal **ommatidia** 
      * = optische eenheid
      * Bestaat uit een lens afgescheiden door 4 corneagene cellen of lenscellen (omgevormde epidermiscellen)
      * Onder deze lenscellen liggen **kristalkegelcellen** 
        + Scheiden een kristalkegel af
      * Onder deze kristalkegelcellen liggen de retinullacellen
        + = de eigenlijke lichtgevoelige cellen
        + Hebben uitstulpingen die samen **rhabdoom** vormen

Rhabdoom staat in verbinding met oogzenuw

* + - Twee types
      * **Appositie-oog**
        + Wanneer rhabdoom tot tegen kristalkegel rijkt
        + = De naast elkaar gelegen ommatidia zijn optisch geïsoleerd

Elk ommatidia vormt eigen deelbeeld -> geheel van deelbeelden = mozaïekbeeld

* + - * + ‘dag ogen’
      * **Superpositie-oog**
        + Wanneer rhabdoom niet tot kristakegel rijkt
        + Ommatidia versterken elkaar

Lichtstraal kan ook de naburige ommatidia treffen

* + - * + ‘Nacht-ogen’
    - Gezichtsveld van verschillende ommatidia overlapt
      * Hierdoor zal een verschuiving binnen het totale gezichtsveld -> impuls veroorzaken in verschillende naast elkaar gelegen ommatidia
      * Hierdoor zijn facetogen geschikt om beweging waar te nemen

5. Voortplanting en ontwikkeling

5.1 Voortplantingsstelsel

* Voortplantingsstelsel
  + Gescheiden geslacht
  + Bestaat uit een paar gonaden, ovaria of testes
    - **Ovaria of testes -> gonoduct (afvoergang) -> uitmonden in genitaal atrium**
  + Bestaat vaak uit bijkomdende/ **accessorische klieren**
  + Heeft vaak verwijdingen van gonoducten:
    - Mannetjes: **vesicula seminalis**
    - Vrouwtjes: **receptaculum seminis**
* Inwendige bevruchting
  + 2 mogelijkheden
    - Sperma rechtstreeks in receptaculum seminis tijdens copulatie
    - Via **spermatofoor** -> wordt door wijfje opgenomen of door mannetje via copulatieorgaan in vrouwelijke geslachtsopening gebracht
* Arthropoden = ovipaar
  + Ovovivipaar indien eieren in uterus ontwikkelen
* Eicellen zijn centrolecitaal
  + = bezitten veel dooier, verspreid over gans de eicel
  + = omgeven door laagje cytoplasma
  + = Kern ligt centraal

5.2 Embryonale ontwikkeling

* Ontwikkelingstypen
  + Ametabole ontwikkeling
    - Larven lijken zeer hard op adulten
    - Via ene naar andere stadium gewoon door reeks vervellingen
    - Geen gedaanteverwisseling
  + Hemimetabool
    - Larve verschilt morfologisch wel van adulte
    - Vleugelaanleg is van het eerste stadium uitwendig zichtbaar
      * Worden groter tijdens de vervellingen
    - Geen popstadium
    - Geleidelijke ontwikkeling
    - Wel gedaanteverandering of metamorphose (incomplete)
  + Holometabool
    - Larve verschilt morfologisch wel van adulte
    - Vleugels zijn aanwezig inwendig -> uitwendig niet zichtbaar
      * In laatste stadium vleugels uitwendig zichtbaar
    - Wel popstadium
      * Larve -> pop -> imago
    - Wel gedaanteverandering (complete)
* Idk of dit klopt -> nachecken ivm vleugels en geleidelijke ontwikkeling