

biothema

Biologie van experiment tot theorie

1 Inleiding in de biologie

Samengesteld door:

DRS. J. E. VAN DER PLUIJM
DRS. A. H. M. TER BRAAK
DRS. P. P. H. HALLMANN
DRS. P. J. W. HOUWEN
J. G. M. MARQUENIE
W. VAN REE
J. A. SCHRAAG

Tekeningen J. G. M. Marquenie



B.V. W. J. THIEME & CIE - ZUTPHEN

2e oplage

Copyright: B. V. W. J. Thieme & Cie - Zutphen

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorwoord

In het kader van de Overgangswet behorende bij de Wet op het Voortgezet Onderwijs (Mammoetwet), werd in 1969 een begin gemaakt met de organisatie van applicatiecursussen voor docenten bij het mavo en lbo. Zo werd voor het vak biologie door de Raadadviseur in Algemene Dienst, Dr. J. B. Drewes, overleg gepleegd met de inspecteur drs. O. P. Mechelinck en met de Biologische Raad van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Hieruit is een samenwerkingsverband ontstaan tussen het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen enerzijds en de Inspectie en de Biologische Raad anderzijds. Dit samenwerkingsverband kreeg vorm in een bijscholingscommissie onder voorzitterschap van Prof. Dr. G. A. van Arkel.

Als uitgangspunt voor de vakinhoudelijke vormgeving van de applicatiecursus biologie diende de Programmabasis van de Biologische Raad. Onder de stuwende leiding van de toenmalige secretaris van de Biologische Raad, drs. G. P. Hekstra, kreeg het programma van de applicatiecursus biologie gestalte; hij werd bijgestaan door drs. F. D. Keuchenius, drs. F. J. van Oostrum, drs. H. J. Saaltink en door de coördinatoren drs. A. H. M. ter Braak, drs. N. A. van der Cingel, drs. J. E. van der Pluijm en drs. A. K. F. Schermer. Er werden cursusleiders aangetrokken en in september 1969 startte op 19 plaatsen in Nederland een applicatiecursus biologie. De samenstelling van de groep van coördinatoren heeft daarna herhaaldelijk wijzigingen ondergaan. Zo legden in 1970 drs. N. A. van der Cingel en drs. A. K. F. Schermer hun functie als coördinator neer en werden adviseur. Van januari tot augustus 1971 is Dr. J. P. D. W. Payens als coördinator opgetreden. Van augustus 1971 tot augustus 1972 maakte drs. F. J. van Oostrum deel uit van het team van coördinatoren.

Met de definitieve vormgeving van het cursusmateriaal werd in augustus 1971 begonnen. Het toen werkzame team van coördinatoren heeft daarbij dankbaar gebruik kunnen maken van de opzet door de werkers van het eerste uur en de voordurende inbreng van de cursusleiders en de cursisten.

Toen bleek dat de cursusteksten van de biologiecursus voor mavo en lbo docenten in hun definitieve vorm op grote schaal ook werden gebruikt in de bovenbouw van vwo, havo en mavo, werd uitgave van de teksten overwogen.

De coördinatoren van de biologiecursus die de definitieve vorm tot stand hebben gebracht, hebben toen als auteursteam de door hen geschreven cursusteksten omgevormd tot wat thans BIOTHEMA heet.

De auteurs zijn dank verschuldigd aan de werkers van het eerste uur en aan de vroegere coördinatoren. Zij spreken de hoop uit dat BIOTHEMA de thematische benadering van de biologie in het voortgezet onderwijs zal bevorderen en de plaats die het practicum daarbij inneemt zal vergroten. De auteurs houden zich voor op- of aanmerkingen aanbevolen.

Groenlo, augustus 1974.

In de tweede oplaag is een begrippenlijst opgenomen en zijn in het hoofdstuk 'Inleiding celleer' een paar kleine wijzigingen aangebracht. In de tekst zijn een aantal kleine foutjes gecorrigeerd. Overigens is de tweede oplaag identiek aan de eerste.

Voor opbouwende kritiek houden wij ons aanbevolen.

Groenlo, mei 1976.

Inhoudsopgave

	inleiding	
IB-1	de wetenschappelijke methode	5
IB-2	het maken van een verslag	7
IB-3	het maken van een tekening	8
IB-4	A het kwantificeren van waarnemingen	10
	B het maken van een tabel en een diagram	14
IB-5	instructie over het werken met een loep	16
IB-6	de bouw van de boon	17
IB-7	monocotylen en dicotylen	18
IB-8	de veelheid van levensvormen	18
IB-9	benaming en behandeling van glaswerk en andere practicum uitrusting	28
IB-10	het maken van een determineersleutel voor enkele veel voorkomende plantenfamilies	33
IB-11	het maken van een determineersleutel voor dieren	34
IB-12	relaties tussen organismen en milieu	35
IB-13	A het pipetteren	36
	B het verdunnen van oplossingen	37
IB-14	A het gebruik van de Bunsenbrander	38
	B het gebruik van de Téclubrander	38
IB-15	aanwijzingen voor de excursies in BIOTHEMA deel 1	39
IB-16	verzameltechnieken	41
IB-17	A de voornaamste kenmerken van enkele groepen insecten	45
	B determineersleutel voor het bepalen van enkele orden der insecten	48
IB-18	de bepaling van de soortenrijkdom en de dichtheid met behulp van kwadranten	49
IB-19	bouw en werking van de microscoop	55
IB-20	A vrijlevende cellen: boomalgen	58
	B eencellige dieren	61
IB-21	inleiding celleer	62
IB-22	de veiligheid bij het verrichten van practicumhandelingen	70
IB-23	vormen van cellen, weefsels	72
IB-24	het permanent maken van een preparaat	76
IB-25	A het vervaardigen van coupes	77
	B anatomie van de hogere plant	79
IB-26	de zeester	79
IB-27	de regenworm	80
IB-28	bladluizen	82
IB-29	de treksprinkhaan, kweekwijze en anatomie	82
IB-30	de voorn	95
IB-31	de cavia	97
IB-32	microscopische herkenningreacties	99
IB-33	fysische organisatie	102
IB-34	begrippenlijst	104

Inleiding

BIOTHEMA is in hoofdzaak gebaseerd op eigen onderzoek door de leerling. Zelf onderzoeken is een van de belangrijkste methoden der natuurwetenschappen. Door zelf onderzoek te doen, krijgt men de beschikking over een grote hoeveelheid informatie. Daarom wordt in BIOTHEMA groot gewicht toegekend aan het zelf doen van onderzoek. Men kan hier tegenin brengen dat de informatie die men door eigen onderzoek verkrijgt, al lang bekend is en dat de kennis, die men er mee opdoet veel sneller en veel minder kostbaar, dus efficiënter, verkregen kan worden door er een goed boek over te bestuderen of er uitleg over te laten geven door een goed docent. Toch is er een wezenlijk verschil tussen de informatie die men verkrijgt doordat docent of leerboek ons die meedelen en de kennis, die men verkrijgt door eigen biologisch onderzoek. Door een goed onderzoek verkrijgt men informatie, die wezenlijk verschilt van de informatie uit een leerboek of van een docent.

In de **eerste** plaats is de kennis, die men er mee opdoet, echte kennis, in die zin, dat zij gebaseerd is op echte dingen en verschijnselen. Dit in tegenstelling tot de kennis uit een boek of van een docent, die steeds — hoe waardevol op zich — verbaal is. Verbale kennisoverdracht kan leiden tot verbalisme, het wel kennen van de namen maar niet van de begripsinhoud. Hoe teleurstellend is meestal niet de ontdekking als men — na eerst bijvoorbeeld over bananenvliegjes gehoord te hebben — deze diertjes, die bij het erfelijkheidsonderzoek gebruikt worden, echt te zien krijgt. Meteen zij toegegeven, dat onderzoek achteraf ook tot verrassende ontdekkingen kan leiden. Na een verhaal over bijvoorbeeld een zoetwaterpoliep of een pantoffeldiertje gelezen of aanhoord te hebben, kan de kennismaking met de échte dieren (door microscopische waarneming) een adembenemende ervaring opleveren. Beide soorten ervaringen zijn reden genoeg om — zoveel dat mogelijk is — zijn kennis op eigen onderzoek te baseren.

Er is een **tweede** wezenlijk verschil tussen kennis opgedaan uit eigen onderzoek en kennis die aangepraat is.

De kennis, zoals ons die door leerboek of docent wordt meegedeeld, is zelf de vrucht en het eindproduct van vaak jarenlang onderzoek door wetenschappelijke onderzoekers. Om nu zelf deze ervaring op te doen, namelijk dat echte kennis vaak pas verkregen wordt na moeizame arbeid, wordt in BIOTHEMA zoveel waarde gehecht aan het eigen onderzoek.

Zelden zal dit tot ontdekkingen leiden, die aan de wetenschap al niet bekend zijn, maar het is gewoon een opwindend avontuur de weg die de wetenschappelijke onderzoekers voorgegaan zijn althans voor een deel zelf te mogen afleggen. En dat is de tweede reden, dat eigen onderzoek centraal staat.

Er is een **derde** reden, dat BIOTHEMA in hoofdzaak gebaseerd is op eigen onderzoek door de leerling.

Door zelf te onderzoeken ontwikkelt men bij zichzelf allerlei eigenschappen, die ook voor het leren van andere dingen van belang zijn en die ons hele leven van meer mogelijkheden voorziet. Men leert goed waarnemen, men leert uit het waargenomene conclusies trekken, men leert wat men waarneemt en bedenkt in de vaktaal onder woorden brengen, men verkrijgt handigheid in het omgaan met instrumenten en krijgt de gelegenheid inventief te zijn.

Het onderwijs in de natuurwetenschappen op scholen voor voortgezet onderwijs ontwikkelt zich steeds meer in de richting van het eigen onderzoek door de leerling. Het is belangrijk dat jonge mensen behalve kennis over de natuurwetenschappen de methode der natuurwetenschappen zelf leren beoefenen. Dat is de **vierde** reden, waarom aan het eigen onderzoek in BIOTHEMA zoveel aandacht wordt besteed.

Natuurlijk zal het noodzakelijk blijven, dat de docent over een aantal zaken, die niet zelf onderzocht kunnen worden, gewoon informatie verschaft. Ook blijft het van belang, dat de leerling boeken raadpleegt waarin informatie staat die niet of moeilijk door eigen onderzoek kan worden verkregen. Steeds zal de eigen waarneming en het eigen onderzoek — waar mogelijk — vertrekpunt of punt van aankomst dienen te zijn om de kennis van de biologie tot echte kennis te laten worden.

Als inleiding zult u met een aantal technieken van natuurwetenschappelijk onderzoek kennis maken evenals met de instrumenten, die daarbij in gebruik zijn. Zo zult u leren werken met de loep en de microscoop. U zult allerlei soorten glaswerk leren hanteren. U zult de beperkte nauwkeurigheid van metingen ervaren. U leert enkele microscopische en scheikundige herkenningreacties kennen, waardoor u ook in latere thema's met enig gemak de aanwezigheid van bepaalde stoffen kunt vaststellen. Ook zal aandacht besteed worden aan het maken van een tekening, het tot een tabel of een diagram verwerken van bepaalde uitkomsten en het leren maken van een verslag.

Via excursies — een niet weg te denken methode in het biologieonderwijs — kunt u kennis maken met een aantal planten en dieren.

IB-1 De wetenschappelijke methode

Iedere onderzoeker die zich beweegt op het terrein der exacte wetenschappen (zoals biologie, scheikunde en natuurkunde) volgt tijdens een wetenschappelijk onderzoek een bepaalde gedachten- en handelingsgang die bij elk onderzoek altijd dezelfde is.

Men noemt het: de wetenschappelijke methode.

Elk onderzoek vangt aan met een probleemstelling die geformuleerd is naar aanleiding van iets dat men heeft gezien — heeft waargenomen. Op de probleemstelling — de vraag — tracht men een antwoord te geven; het is vanzelfsprekend een gissen naar het juiste antwoord. Men noemt dit: het opstellen van een hypothese.

In het dagelijks leven past men deze methode eigenlijk ook altijd toe. Men stelt vragen en men raadt naar een antwoord. In de exacte wetenschappen echter volgt er nu een fase die men in de niet-exacte wetenschappen niet kan toepassen en die men in het dagelijkse leven meestal — uit gemakzucht — weglaat, namelijk het experiment: de beproeving van de hypothese. Uit de uitkomsten van het experiment zal blijken of de gestelde hypothese juist was.

Het uitvoeren van de wetenschappelijke methode is echter geen kwestie van het opvolgen van eenvoudige regels. Uit het onderstaande zal blijken waarom dit niet het geval is.

A. De waarneming

Een voor de wetenschap bruikbare waarneming moet herhaalbaar zijn en zo objectief mogelijk geschieden om te voorkomen dat eventuele waarnemingsfouten doordringen in alles wat op de waarneming volgt. Een dergelijke waarneming moet liefst door verschillende onderzoekers, onafhankelijk, zijn gedaan. De moeilijkheden die zich voordoen bij het waarnemen zijn vooral het gevolg van vooroordelen: men ziet vaak wat men wil zien of wat men denkt dat men behoort te zien.

B. De probleemstelling

Goed vragen stellen is evenals goed waarnemen een hele kunst. Om van wetenschappelijke waarde te zijn moet een vraag toepasselijk zijn en ook te testen. Om deze redenen valt de vraag naar 'het waarom', dat wil zeggen naar de zin ervan, buiten het bestek van de exacte wetenschappen. Wetenschappelijk juist is het te vragen naar: 'hoe vindt een verschijnsel plaats' en 'waardoor vindt het plaats'.

C. De hypothese

Er zijn ervaring, inzicht en feeling voor nodig om een bruikbare veronderstelde oplossing van het probleem te geven. Natuurlijk zijn er op een vraag vele antwoorden mogelijk. De ideale omstandigheid waar de onderzoeker altijd naar streeft is het probleem te reduceren tot twee tegenovergestelde mogelijkheden, waarvan er één na het experiment met 'ja', de andere met 'nee' kan worden beantwoord. Veelal lukt dit niet en vaak luidt het verkregen antwoord: 'het is mogelijk'.

D. Het experiment

Het experiment moet het bewijs leveren voor juistheid van de hypothese. Experimenten geven echter geen enkele garantie voor een wetenschappelijk verantwoorde conclusie, er zijn namelijk kansen te over dat men tijdens het experiment weer onwetenschappelijk gaat handelen en denken. Experimenteren is zonder

meer de moeilijkste fase van de wetenschappelijke methode. Er zijn geen vastgestelde regels die moeten worden gevolgd, ieder experiment is een geval op zichzelf. Er zijn inzicht en vindingrijkheid vereist om een goed experiment te ontwerpen.

Parallel aan het experiment waarmee men de hypothese wil testen behoort een gelijk verlopende serie te worden ontworpen, waarbij ten opzichte van de eerste serie één verschil is geïntroduceerd. Men noemt dit het controle-experiment, de controle-proef of de blanco-proef. Het doel van de blanco-proef is een standaard te verkrijgen waartegen men de resultaten van het experiment kan aflezen. Niet altijd is het mogelijk een blanco-proef te doen. Wanneer bijvoorbeeld achterhaald moet worden hoe hoog de concentratie van een bepaalde stof in het bloed is, is een blanco-proef niet nodig. Het verzamelen van gegevens tijdens het experiment is vaak een tijdrovende zaak die veel nauwkeurigheid en geduld vereist.

E. De theorie

In een theorie formuleert de onderzoeker de door een experiment aanvaardbaar gemaakte hypothese. Meestal zal blijken dat de uit een experiment verkregen gegevens de onderzoeker noodzaken nieuwe hypothesen op te stellen die weer tot nieuwe experimenten aanleiding geven. Een theorie heeft dan ook nooit absolute waarde, maar slechts een voorspellende waarde. In tegenstelling tot niet-wetenschappelijke voorspellingen hebben wetenschappelijke voorspellingen altijd een graad van zekerheid. Soms kan een theorie zo'n hoge graad van waarschijnlijkheid hebben dat men gaat spreken van een natuurwet.

Gewoonlijk echter geven de resultaten van een experiment de onderzoeker aanleiding tot een kritische beschouwing van zijn hypothese en de vorm waarin het experiment is verricht en noodzaken zij hem tot verder onderzoek.

IB-2 Het maken van een verslag

Van ieder experiment wordt een verslag gemaakt. Dit verslag is een middel tot:

- a. het vastleggen van het gedane werk
- b. verantwoording van de verrichte handelingen
- c. communicatie (bijvoorbeeld tussen leerling en docent)

Het verslag moet een weerspiegeling zijn van:

- a. de gedachtegang die tot het experiment geleid heeft
- b. het experiment zelf (de uitvoering, de meetresultaten of waarnemingen)
- c. de conclusies die uit het experiment getrokken kunnen worden

Het eenvoudigst is het om een vaste indeling te maken. Bijvoorbeeld:

I. Het opschrift

Hier staat kort het onderwerp waarop het experiment betrekking heeft.

Indien dit niet uit het opschrift blijkt wordt als volgende punt opgenomen:

II. De probleemstelling

Het formuleren van de vraag waarop men met behulp van het experiment antwoord wil krijgen.

III. De verwachting of hypothese

Voordat men aan een experiment begint heeft men een idee over de uitkomst.

Op grond van deze vooronderstelling voert men bepaalde onderzoeken wél en andere niét uit. Indien men bijvoorbeeld meent dat een ui als reservevoedsel zetmeel bevat gaat men om deze vooronderstelling te onderzoeken andere proeven doen, dan wanneer men meent dat een ui suiker als reservevoedsel heeft.

IV. Het experiment

- a. *De methode.* De gebruikte materialen, de omstandigheden, de inwerkingtijd van reagentia, de recepten. In het algemeen kan men volstaan met het verwijzen naar de bronnen waar deze gegevens te vinden zijn. Indien het experiment op een afwijkende wijze is uitgevoerd, moet dat hier vermeld worden. Dit is erg belangrijk, omdat hiervan het slagen of mislukken van hetzelfde experiment (indien dit later herhaald wordt) kan afhangen.
- b. *De resultaten.* Zo objectief mogelijk worden de resultaten van de metingen weergegeven. Sommige experimentele resultaten kunnen alleen omschreven worden, andere kunnen exact gemeten worden en in tabel- of diagramvorm vastgelegd worden. Indien de resultaten niet in overeenstemming zijn met de verwachting worden ze toch in het verslag opgenomen.

Dit is niet het einde van het verslag!

V. De discussie

Dit is het belangrijkste deel van een verslag, want het bevat de interpretatie van de gevonden resultaten.

- a. Hier wordt weergegeven in hoeverre de gevonden uitkomsten in overeenstemming zijn met de verwachting die men voor het experiment had. Bijvoorbeeld: de reactie op zetmeel was negatief: in tegenstelling tot de verwachting bevat een ui geen zetmeel.
- b. Indien een experiment echt mislukt lijkt, worden de oorzaken hiervan opgespoord. Bijvoorbeeld: de verhouding tussen mannetjes en vrouwtjes in de vliegenkweek was niet 1:1, zoals verwacht werd. Er waren véél minder mannetjes dan vrouwtjes.
Tijdens een koud weekend is de verwarming van de broedstroof uitgevallen. Mannetjes kunnen slechter tegen kou dan vrouwtjes, waardoor de afwijkende resultaten verklaard kunnen worden.

N.B. Bij biologische experimenten blijken steeds weer onverwachte factoren van invloed op de uitkomsten. Het is erg belangrijk deze factoren te ontdekken om in een volgend experiment zo'n ongewenste invloed uit te kunnen schakelen.

Voor een anatomische opdracht is over het algemeen de tekening met op- en bijschriften het verslag.

IB-3 Het maken van een tekening

Terwijl men uitkomsten van experimenten in het algemeen in tabellen en diagrammen kan weergeven, zijn morfologische onderzoeken alleen via tekeningen weer te geven. Het tekenen dwingt tot goed waarnemen, is een hulpmiddel om de bouw van het bestudeerde organisme te onthouden en is voor de docent(e) een mogelijkheid om er achter te komen of de leerling inderdaad de dingen, die hij/zij moet zien, gezien heeft.

De grootte van de tekening moet zodanig gekozen worden dat het mogelijk is er duidelijk details in weer te geven (zie figuur 1 en de afbeeldingen elders in dit boek).

De tekening is in zekere zin een abstractie van niet terzake doende details en is wat dat betreft in het voordeel ten opzichte van een foto. Het heeft geen zin van een microscopisch preparaat alle waargenomen cellen te tekenen. Men kiest in zo'n geval enkele karakteristieke cellen uit en tekent deze zo nauwkeurig mogelijk.

Om naderhand nog gebruik van de tekening te kunnen maken is het noodzakelijk dat de tekening van een opschrift wordt voorzien, terwijl het vermelden van de vergroting informatie geeft over de ware grootte van het getekende. De tekening wordt met potlood gemaakt, om zo eventuele fouten nog te kunnen herstellen. Aaneengesloten lijnen worden ook aaneengesloten weergegeven. Over het algemeen verdient een dunne strakke lijn de voorkeur. De onderdelen worden door middel van rechte lijnen met de bijschriften verbonden. Het uiterlijk van een tekening gaat er erg op vooruit indien deze lijnen horizontaal lopen en de bijschriften boven elkaar staan. De tekening is meteen het verslag van een morfologische opdracht.

IB-4 A. Het kwantificeren van waarnemingen

Een van de grote moeilijkheden in de biologie is het 'grijpbaar' maken van de verschijnselen. Zo zal het u bij het bestuderen van de bouw van de boon opvallen dat geweekte bonen groter zijn dan droge bonen. Hoe kan men dit verschil in grootte vastleggen? Er zijn verschillende mogelijkheden:

- a. Men kan de lengte of breedte van een droge boon vergelijken met de lengte of breedte van een geweekte boon.
- b. Men kan de inhoud van een droge boon vergelijken met de inhoud van een geweekte boon.
- c. Men kan het gewicht van een droge boon vergelijken met het gewicht van een geweekte boon.

Om de verschillen tussen twee afzonderlijke bonen te omzeilen kan men bovenstaande metingen verrichten aan een en dezelfde boon, door eerst de 'droge' metingen te verrichten en later — na een dag weken — de 'geweekte' metingen. Bij iedere meting maakt men echter fouten.

De lengtemeting is, afhankelijk van het gebruikte meetwerktuig, nauwkeurig tot bijvoorbeeld 0,5 mm. Ook in de inhoud- en gewichtmetingen zitten fouten. Om deze meetfout 20 klein mogelijk te maken gaat men bij dit soort metingen uit van een groter aantal individuen. Men bepaalt niet de inhoud van één boon, maar bijvoorbeeld van 25 bonen tegelijk. De uitkomst deelt men daarna door 25, waardoor ook de meetfout door 25 gedeeld wordt. De uitkomst is dan nauwkeuriger dan wanneer men van de 25 bonen individueel de inhoud zou bepalen en van deze metingen het gemiddelde zou uitrekenen.

Opdracht 1: Groepjes van vier leerlingen krijgen 10 bonen per groep. De vier leerlingen meten ieder afzonderlijk met behulp van een schuifmaat, (zie figuur 2), een liniaal of mm papier de lengte van de tien bonen op 0,1 mm nauwkeurig. Zij maken in hun werkschrift een tabel zoals aangegeven op pagina 13. De meetresultaten worden in deze tabel ingevuld, ieder berekent het gemiddelde van zijn eigen metingen.

Vraag 1: waardoor zijn de verschillen tussen de meetresultaten van de vier leerlingen in de groep ontstaan?

Vraag 2: waardoor zijn de verschillen in de meetresultaten van de verschillende groepen ten opzichte van elkaar ontstaan?

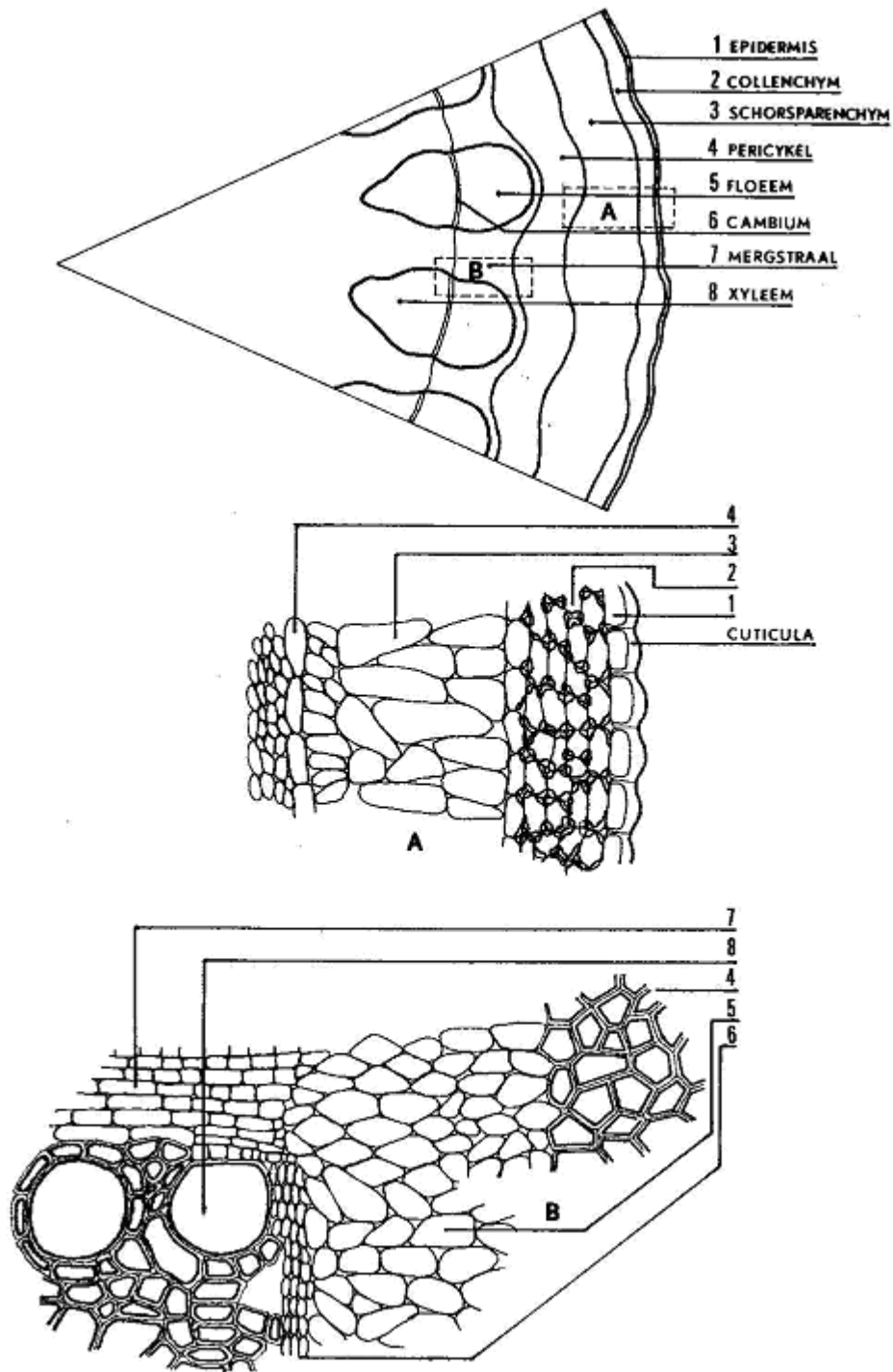


Fig. 1. Voorbeeld van een tekening. Een overzicht van de ligging van de weefsels in de stengel van *Aristolochia siphon* Herit. (Moffenpijp) en detailvergrotingen van enkele delen (A en B).

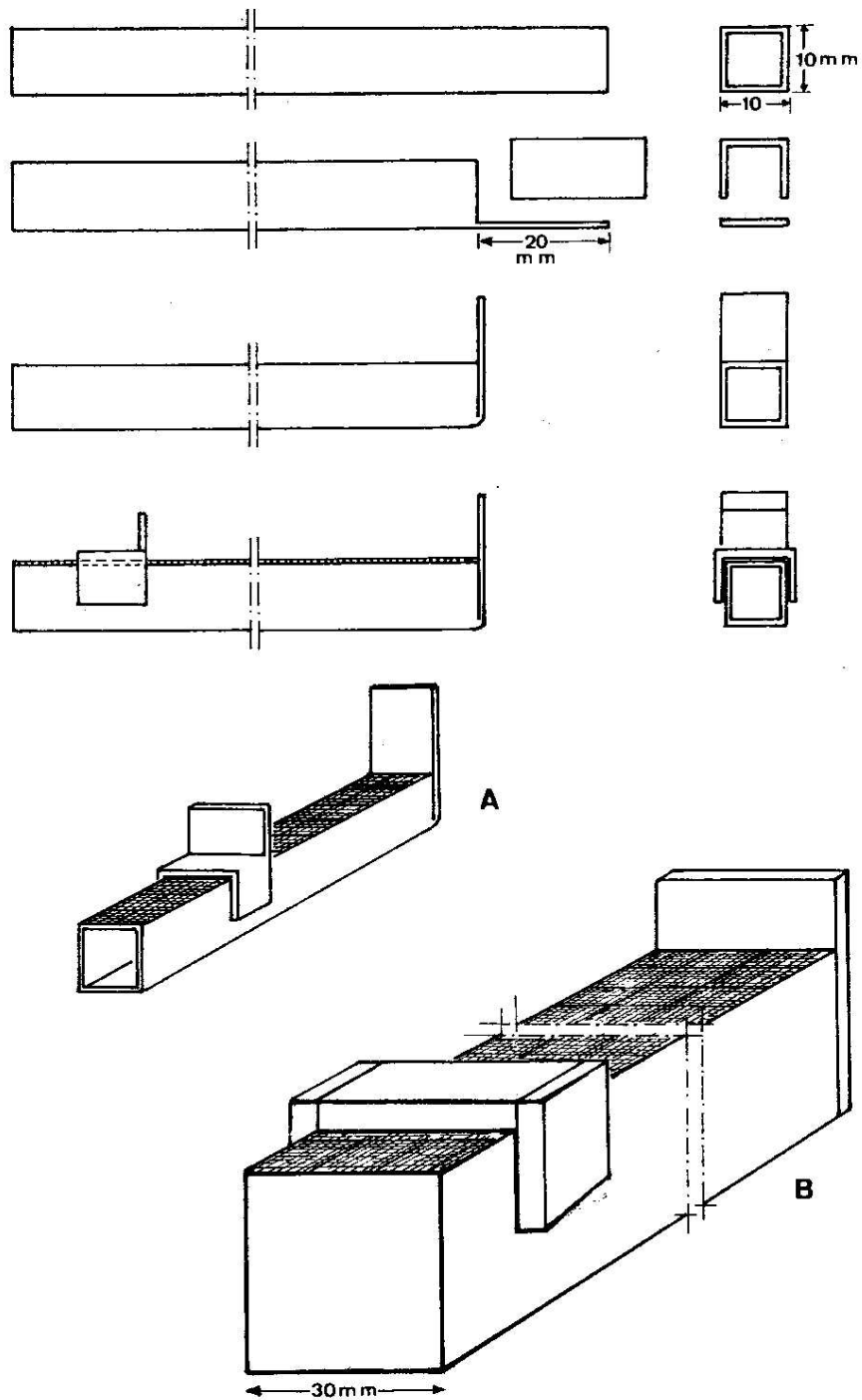


Fig. 2. Maken van een schuifmaat. A. Uit vierkante messingbuis wordt een stukje van 20 mm gezaagd. De overblijvende lip wordt omgebogen en als stootrand vast gesoldeerd. Van het uitgezaagde stuk wordt een slede gemaakt. Beplak de buis met millimeterpapier. B. Dezelfde uitvoering van hout en triplex.

Opdracht 2: Weeg met een analytische balans en met een brievenweger 10 droge bonen en daarna 100 droge bonen. Iedere leerling leest onafhankelijk van de andere leerlingen het gewicht af, berekent het gemiddelde gewicht per boon en maakt nu in zijn werkschrift een tabel zoals aangegeven is op pagina 14. Vul de gevonden waarden in deze tabel in.

Vraag 3: waardoor is het verschil te verklaren tussen de uitkomst van de weging met de balans en met de brievenweger?

Vraag 4: waardoor is het verschil te verklaren tussen de uitkomsten van de weging met 10 bonen en de weging met 100 bonen, indien men de uitkomsten van deze wegingen (met hetzelfde instrument!) met elkaar vergelijkt?

Vraag 5: waardoor is het verschil te verklaren tussen de uitkomsten van de verschillende leerlingen?

Opdracht 3: Vul een maatcilinder met 20 ml water. Lees het vloeistofniveau af. Voeg zoveel droge bonen toe tot het vloeistofniveau $\frac{1}{4}$ deel gestegen is. Lees weer het vloeistofniveau af. Bereken de gemiddelde inhoud van een boon. Voer de meting tweemaal uit. Eén keer met een smalle maatcilinder en één keer met een brede maatcilinder.

Maak in het werkschrift een tabel zoals is aangegeven op pagina 14. Vul de gevonden waarden in de tabel in.

Vraag 6: is er verschil in nauwkeurigheid tussen de twee metingen? Verklaar dit. N.B. Houd de maatcilinder tijdens het aflezen zodanig vast dat u horizontaal langs de meniscus kijkt (parallax!). Zie ook IB-9.

TABELLEN

Opdracht 1: lengtemeting boon tot 0,1 mm nauwkeurig.

	leerling A	leerling B	leerling C	leerling D
boon 1				
boon 2				
boon 3				
boon 4				
boon 5				
boon 6				
boon 7				
boon 8				
boon 9				
boon 10				
TOTAAL				
GEMIDDELDE				
Groepsgemiddelde				

Opdracht 2: bonenweging.

	balans		brievenweger	
	totaal gewicht	gemiddeld gewicht	totaal gewicht	gemiddeld gewicht
10 bonen				
100 bonen				

Opdracht 3: inhoudsbepaling bonen.

	smalle maatcilinder	brede maatcilinder
aflezing met alleen water (a)		
aflezing met water + bonen (b)		
verschil (b – a)		
aantal bonen (c)		
<i>gemiddelde inhoud $\frac{b-a}{c}$</i>		
max. inhoud maatcilinder		
type schaalverdeling		

B. Het maken van een tabel en een diagram (grafiek)

Men kan een verslag vaak veel beknopter en tegelijk duidelijker maken door de metingen niet te beschrijven, maar in tabel of diagramvorm weer te geven. Vaak zult u in het boek tabellen en diagrammen aantreffen die alleen nog maar ingevuld hoeven te worden. Soms is het nodig zelf zo'n tabel of diagram samen te stellen.

De tabel wordt over het algemeen in een gesloten rechthoek getekend. De rechthoek wordt in een aantal kolommen verdeeld waarboven telkens een opschrift komt te staan. De eerste kolom wordt gebruikt om weer te geven wat er op iedere regel staat.

Bijvoorbeeld:

	lengte in mm	breedte in mm	gewicht in gram	inh. in cm ³
droge bonen				
geweeke bonen				
droge erwten				
geweeke erwten				
geweeke bonen				
droge bonen				
geweeke erwten				
droge erwten				

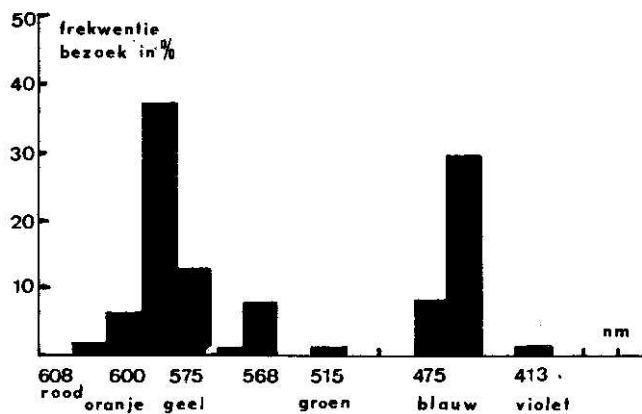
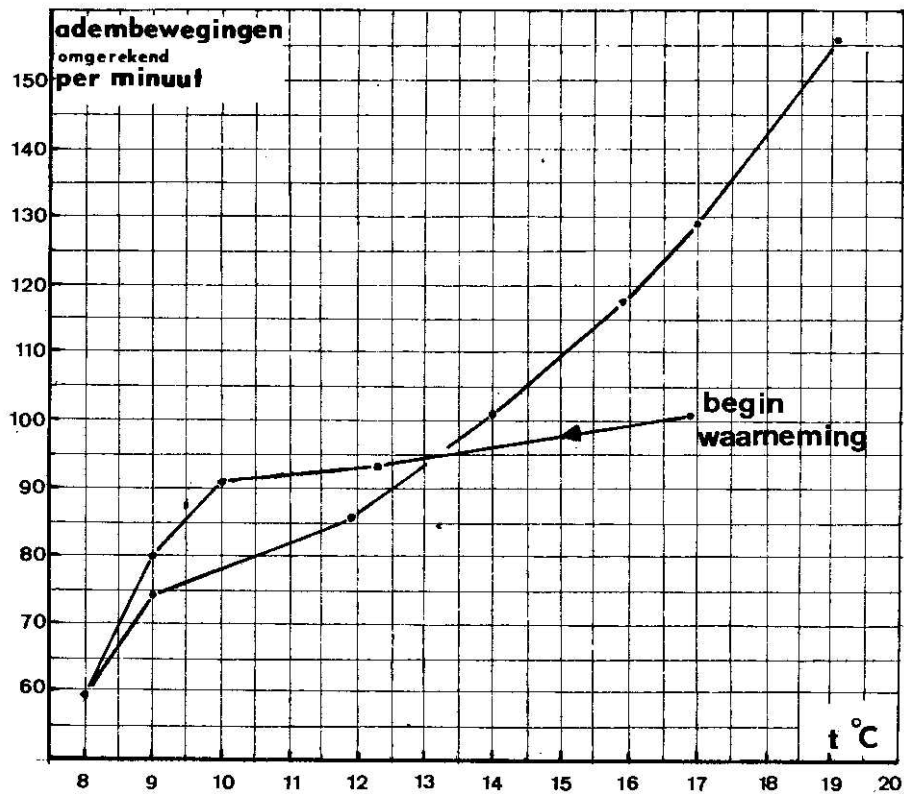


Fig. 3. Voorbeeld van een diagram. A. Grafiek van de resultaten van een onderzoek naar de adembewegingen van *Leuciscus rutilus*. L. (Blankvoorn), in de afhankelijkheid van de temperatuur van het water gemeten in °C. Per temperatuur het gemiddelde van 5 waarnemingen. B. Staafdiagram of histogram van de resultaten van een onderzoek door Ilse in 1932 over de kleurvoorkeur van *Aglais urticae*, (Kleine Vos).

Een diagram of grafiek wordt in een assenstelsel geplaatst. De horizontale as (X-as) wordt gebruikt om de 'onafhankelijke veranderlijke' weer te geven zoals de tijd en de temperatuur. De verticale as (Y-as) geeft de 'afhankelijke veranderlijke' weer zoals de reactiesnelheid, de lengtetoeename, het aantal. Naast de assen moet altijd staan wat ze weergeven. De gebruikte schaal voor de X-as en voor de Y-as hoeft niet gelijk te zijn. Of men de meetpunten met elkaar verbindt óf dat men een vloeiende lijn tussen de meetpunten door trekt is afhankelijk van het verschijnsel dat men in het diagram weergeeft, (zie figuur 3).

IB-5 Instructie over het werken met een loep

Voor het waarnemen van details die met het blote oog niet of niet goed te onderscheiden zijn gebruikt men een loep. Aan zo'n loep moeten een aantal eisen gesteld worden. De vergroting moet ongeveer 10x zijn. Dit is het geval bij een bolle lens met een brandpuntsafstand van 2,5 cm.

Een sterkere vergroting is bij een enkelvoudige lens niet goed haalbaar, omdat dan de lensfouten een te grote rol gaan spelen. Over het algemeen zal men, ook voor een vergroting van 10x, een tweelenzige systeem gebruiken, omdat men daarmee een beeld kan verkrijgen dat van voldoende afmeting is en dat zowel in het centrum als aan de rand scherp is. Op veel loepjes staat de vergroting niet aangegeven. Men kan zulke loepen onderling vergelijken door hun brandpuntsafstanden te meten. Hoe kleiner de brandpuntsafstand, hoe sterker de vergroting. De kwaliteit kan men vergelijken door met verschillende loepen een gedrukte tekst te onderzoeken. Indien de letters in het midden van het gezichtsveld scherp zijn, moeten de letters aan de rand van het gezichtsveld óók scherp zijn. De diameter van het gezichtsveld dient, als men de loep dicht bij het oog houdt, ongeveer 2 cm te zijn.

Opdracht 1: Meet de brandpuntsafstand van uw loep door bijvoorbeeld een beeld te vormen van een verlicht venster of iets dergelijks op vijf of meer meter afstand en daarna de beeldafstand te meten. Bij een tweelenzige loep meet u de beeldafstand vanaf het midden tussen de twee lenzen.

Opdracht 2: Bekijk de millimeterverdeling van een liniaal door uw loep. Daarbij dient u de loep zo dicht mogelijk bij het oog te houden. Hoe groot is de diameter van het gezichtsveld?

De volgende aanwijzingen kunnen bij het werken met een loep van dienst zijn:

- a. Houd de loep schoon. Gebruik voor het schoon vegen een zachte doek bijvoorbeeld een vaak gewassen schone zakdoek.
- b. Houd de loep zo dicht mogelijk bij het oog. Bij een plat/bolle loep met de platte kant naar het oog. Tweelenzige loepen hebben over het algemeen de platte kanten van de twee plat/bolle lenzen naar buiten gekeerd. Om het oog niet onnodig te vermoeien mag men niet accommoderen.
- c. Houd het voorwerp met de linkerhand en de loep met de rechterhand vast. Laat enige vingers van beide handen tegen elkaar steunen zodat de handen een geheel vormen.
- d. Zorg dan het voorwerp op de plaats waar u kijkt sterk verlicht wordt. Draai het voorwerp zodanig rond dat het licht er achtereenvolgens van verschillende zijden opvalt. De zichtbaarheid van kleine details hangt sterk af van de richting van de lichtval.

IB-6 De bouw van de boon

Een boon is een zaad van een tweezaadlobbige plant. De twee 'helften' zijn de zaadlobben die met reservevoedsel gevuld zijn. De boon heeft in een peul gezeten. De peul is ontstaan uit het vruchtbeginsel en is dus de vrucht.

I. De boon uitwendig (zie figuur 4A).

De plaats waar de boon in de peul aan de zaadlijst heeft vastgezeten is gemakkelijk te vinden: de navel. Aan de ene kant van de navel ligt een hartvormige verdikking — het zogenaamde tweelingbultje — waarvan de functie onduidelijk is. Aan de andere kant van de navel is met de loep een klein kuiltje te zien. Hierin zit een gaatje: het poortje. Dit poortje is de plaats waar vóór de bevruchting de stuifmeelbuis in de zaadknop gedrongen is. Hierdoor neemt het zaad water op. Het bruine of witte vlies dat aan de buitenkant te zien is heet de zaadhuid. De zaadhuid is ontstaan uit de eivliezen of integumenten die om de zaadknop hebben gezeten.

Opdracht 1: Maak een tekening (zie IB-3) van de boon gezien tegen de navelkant. Let op de juiste verhouding van de onderdelen ten opzichte van elkaar. Zet de namen van de details erbij.

II. De boon inwendig (zie figuur 4A).

Opdracht 2: Gebruik enkele bonen die een dag geweekt zijn. Maak de zaadhuid los en haal hem zò van de boon af dat het gedeelte van de zaadhuid rond de navel intact blijft. Let er op hoe de inwendige delen van de boon ten opzichte van de zaadhuid gelegen zijn. Bekijk de binnenkant van het navelgedeelte van de zaadhuid. Bij het poortje zit een zakvormig aanhangsel. Wat heeft er in dit zakje gezeten toen de boon nog intact was? Wat zou de functie kunnen zijn van deze bouw? Snij voorzichtig het 'zakje' van de zaadhuid af en houd de zaadhuid tegen het licht. U kunt nu met de loep het poortje als een gaatje in de zaadhuid zien zitten. Bekijk ook de twee zaadlobben en het kiempworteltje zoals ze nu zichtbaar zijn.

Opdracht 3: Breek een zaadlob van het zaad af en bestudeer met behulp van de loep de binnenkant van de zaadlob waar het kiempje aan vast is blijven zitten. Maak een tekening van deze zaadlob met het kiempje (embryo) in de juiste verhouding. Geef met bijschriften aan: zaadlob, embryo.

Opdracht 4: Breek het embryo van de zaadlob af. De twee blaadjes van het embryo zijn opgevouwen. Zoek uit hoe ze precies zitten. Teken het embryo met het bladpaar. Bijschriften: wortel, stengel, bevestiging van de afgebroken zaadlob, blaadjes, hoofdnerf, zijnerf.

N.B. De zaadlobben van de boon zijn te beschouwen als het eerste bladpaar, de twee blaadjes van het embryo zijn dan het tweede bladpaar.

IB-7 Monocotylen en dicotylen

De bedektzadigen (Angiospermen) worden in twee klassen verdeeld namelijk de Dicotyledonae (tweezaadlobbigen) en de Monocotyledonae (eenzaadlobbigen). Deze indeling is gemaakt naar de bouw van het embryo in het zaad (zie figuur 4). Ook de bouw van de volwassen planten laat een aantal verschillen zien zoals de bouw en de ligging van de vaatbundels in de stengel, de nervatuur van de bladeren en de bouw van de bloem.

Om de verschillen in de bouw van kiemplantjes van twee- en eenzaadlobbigen te bestuderen worden van een aantal planten uit beide klassen de zaden uitgezaaid. Men kan bijvoorbeeld zaad nemen van: tuinkers, tomaat, zonnebloem, boon, erwt, maïs, tarwe en zaadmengsels (zoals kippe- en duivevoer en voer voor zangvogels). De zaden worden in platte bakjes met tuinaarde gezaaid, die dan daarna afgedekt worden met een dun laagje scherp zand tegen de schimmelvorming. Als vuistregel voor de zaaidiepte kan men aanhouden: evenveel aarde boven het zaad als het zaad dik is. Om de ontwikkeling van de wortels te kunnen volgen worden een aantal grotere zaden tegen de binnenkant van een bekerglas of jampot 'gezaaid'. Tegen de binnenkant van het bekerglas wordt dan een stuk filtreerpapier gezet. Deze papieren cilinder wordt gevuld met scherp zand en de zaden worden tussen het filtreerpapier en het glas gebracht.

Opdracht 1: Breek een aantal geweekte zaden open en probeer de zaadlobben te vinden. Verdeel de zaden in twee- en eenzaadlobbigen.

Opdracht 2: Verdeel de kiemplantjes in twee- en eenzaadlobbigen nadat ze boven de grond gekomen zijn. Zet bij de kiemplantjes waarvan u denkt dat het tweezaadlobbigen zijn een lucifertje.

Opdracht 3: Onderzoek welke mono- en dicotylen wel of geen reservevoedsel in de zaadlobben hebben.

Opdracht 4: Volg de ontwikkeling van de twee groepen plantjes en let op de nervatuur en de bladvorm van de bladeren die later ontstaan.

Opdracht 5: Vergelijk van gekweekte, of van de van een excursie meegebrachte bloeiende planten de nervatuur, de bloembouw en de ligging van de vaatbundels (voor zover deze met behulp van de loep aan doorsneden stengels waar te nemen is). Verdeel ook deze in twee- en eenzaadlobbigen.

Maak een tabel waarin u de resultaten van de verschillende opdrachten weergeeft.

IB-8 De veelheid van levensvormen

Er bestaan op aarde zeer veel verschillende typen organismen. Al deze organismen (voor zover bekend) heeft men een naam gegeven. Dit is niet zo maar 'in het wilde weg' gebeurd. Men heeft daarbij gelet op de overeenstemming in lichaamsbouw en de ontwikkeling van de dieren en kwam bij deze naamgeving tot een 'natuurlijk systeem', waarin de overeenkomsten tussen de dieren afzonderlijk en tussen grotere groepen van dieren, alsmede hun onderlinge relaties tot uitdrukking komen.

De indeling die de mens heeft ontworpen is meer dan alleen maar 'orde in de chaos scheppen'. De samenvoeging van dieren tot groepen geschiedde niet alléén op grond van hun uiterlijk — een worm en een paling zouden dan tot dezelfde groep kunnen behoren — maar er werd voornamelijk gelet op de overeenstemming in lichaamsbouw en in de ontwikkeling ervan.

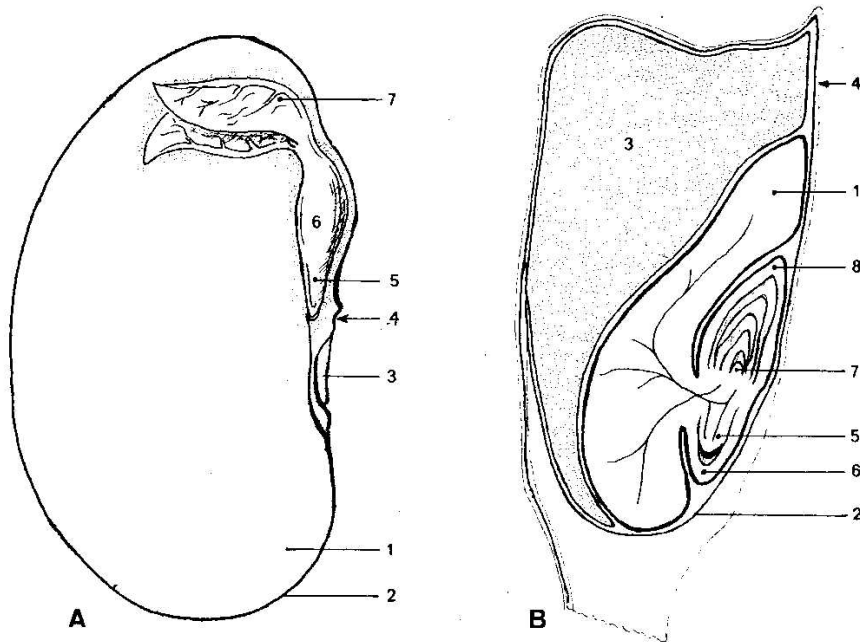


Fig. 4. Doorsnede door A: een dicotyl zaad (bruine boon) en B: een monocotyl zaad (mais).
 A. 1. zaadlob, 2. zaadhuid. 3. hilus (navel), 4. micropyle (poortje), 5. worteltje, 6. hypocotyl en 7. pluimpje.
 B. 1. zaadlob, 2. zaadhuid, 3. endosperm, 4. vruchtwand, 5. worteltje, 6. wortelschede, 7. pluimpje en 8. coleoptiel (stengelschede).

Tot een duidelijke, wetenschappelijke, internationale naamgeving is men gekomen sedert Carolus Linnaeus (Karl von Linné, een Zweeds natuuronderzoeker) het zogenaamde tweenenamenstelsel had ontworpen.

Sindsdien noteert men als volgt:

- a. de geslachtsnaam (wordt met een hoofdletter geschreven).
- b. de soortaanduiding.
- c. achter deze namen zet men gewoonlijk dan nog de naam (of een afkorting ervan) van de auteur die voor het eerst een wetenschappelijke beschrijving van het organisme publiceerde en het daarbij een wetenschappelijke naam gaf.

Vier voorbeelden ter toelichting:

- de wetenschappelijke naam van de merel is *Turdus merula* L.
- de wetenschappelijke naam van de wolf is *Canis lupus* L.
- de wetenschappelijke naam van de witte kornoelje is *Cornus alba* L.
- de wetenschappelijke naam van de gele plomp is *Nuphar luteum* Sm.

Toen Linnaeus in 1758 zijn 'Systema naturae' opstelde was het aantal diersoorten dat men kende nog niet zo groot. Vooral in de laatste 60 jaar is het aantal beschreven soorten enorm toegenomen (nu meer dan 10^6). Deze enorme hoeveelheid dieren heeft men systematisch gerubriceerd, waarbij men is uitgegaan van een bepaalde overeenkomst tussen de bestudeerde organismen.

Vragen:

1. Op grond waarvan heeft men een indeling van de organismen gemaakt?
2. Heeft u enig idee wat men bedoelt met: 'het bouwplan'?
3. Hoe is de wetenschappelijke naam samengesteld?
4. Wie heeft de naamgeving ontworpen?
5. De volgende soorten zijn alle door Linnaeus beschreven en behoren tot het geslacht *Lacerta*:
 - a. de smaragdhagedis (*viridis*)
 - b. de zandhagedis (*agilis*)
 - c. de muurhagedis (*muralis*)
 - d. de kleine hagedis (*vivipara*)

Hoe luiden de wetenschappelijke namen van deze dieren?

Soms wordt achter de soortnaam een derde naam geplaatst ter aanduiding van de subspecies (= ondersoort = een meestal geografisch geïsoleerde populatie met meestal vrij vage eigen kenmerken). Zo heet de in Engeland voorkomende gele kwikstaart *Motacilla flava flavissima*, de in Spanje en Portugal voorkomende gele kwikstaart *Motacilla flava iberiae*.

Indien de afwijkingen binnen de soort zich beperken tot één kenmerk dan spreekt men niet van ondersoort, maar van variëteit, bij cultuurgewassen ook wel aangeduid als vorm (*forma*). Binnen de koolsoort (*Brassica oleracea*) onderscheidt men onder andere de variëteiten bloemkool (*Brassica oleracea* variëteit *cauli-flora*) en spruitkool (*Brassica oleracea* variëteit *gemmifera*).

Neem de tabellen behorende bij IB-8 over in uw werkschrift en vul daarin alle gegevens in.

Opdracht A: Kenmerken

Taxonomen onderscheiden groepen dieren en planten van elkaar op grond van bepaalde kenmerken (*criteria*). De bedoeling van onderstaande denkoefening is het besef bij te brengen dat niet alle kenmerken even belangrijk zijn bij het zoeken van verwantschappen en dat men, wil men een organisme zijn juiste systematische positie toekennen, men de waarde van uitwendige kenmerken niet mag overschatten en juist inwendige kenmerken (het bouwplan) bij het oordeel moet betrekken.

Hoewel niemand een groene kikker vanwege zijn kleur bij het plantenrijk zal indelen, zullen slechts weinigen weten waarom een hazelworm geen slang is maar een (pootloze) hagedis.

U zult met een aantal van deze kenmerken kennis maken en ze op hun bruikbaarheid toetsen:

— Vul de hokjes van Tabel A in door er kruisjes in te zetten indien het aangegeven kenmerk bij de betreffende diergroep aanwezig is. (N.B. Niet alle hokjes kunnen worden ingevuld.)

Vragen:

6. Welke kenmerken zijn volgens u bruikbaar om de 5 klassen van de gewervelde dieren (vertebraten) van elkaar te onderscheiden?
7. Welke kenmerken zijn volgens u daarvoor niet bruikbaar? Waarom niet?
8. Welke kenmerken zou U nog aan dit overzicht willen toevoegen? Waarom?
9. Is een classificatie ook mogelijk op grond van gedragskenmerken?

TABEL A (behorende bij opdracht A)

	zoogdieren	vogels	reptielen	amfibieën	vissen
zogende jongen					
longen					
kieuwen					
kleur					
grootte					
kop					
staart					
oren					
poten					
vinnen					
vleugels					
gladde huid					
haren					
veren					
schubben					

Opdracht B: Classificatieniveaus

Aan de hand van de hierna volgende tekeningen kunt u kennis maken met een aantal structurele kenmerken, die bij de classificatie op verschillende niveaus kunnen worden gehanteerd.

I. De familie

Bestudeer figuur 5 en vul met behulp van onderstaande vragen tabel 1 in.

TABEL 1	Classificatieniveau: familie		
kenmerken	1 . mens	2. chimpansee	3. gorilla
a. lengte van de armen			
b. grote teen opponeerbaar			
c. hersengedeelte groot of klein			
d. hoektanden groot of klein			
e. snijtanden			



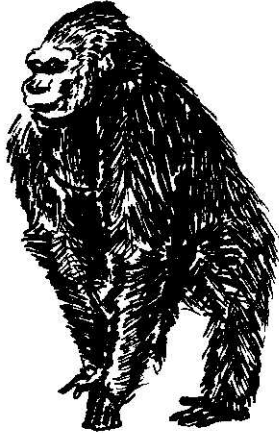
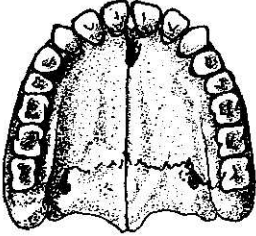

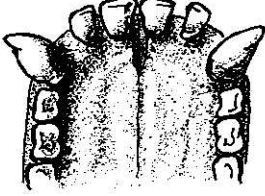

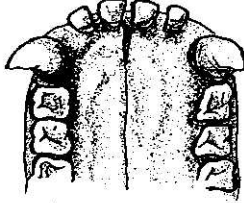

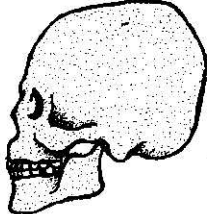
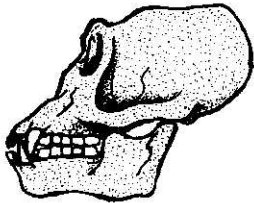
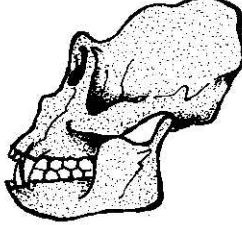

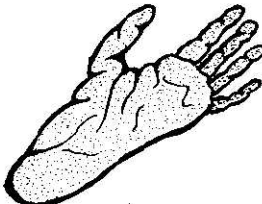
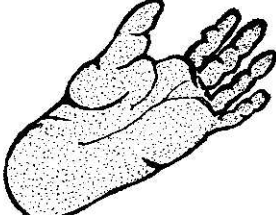
	MENS	CHIMPANSEE	GORILLA
LICHAAMSVORM			
GEBIT	 	 	 
SCHEDEL			
VOET			

Fig. 5 vergelijking van lichaamsvorm, gebit, schedel, en voet bij mens, chimpansee en gorilla.

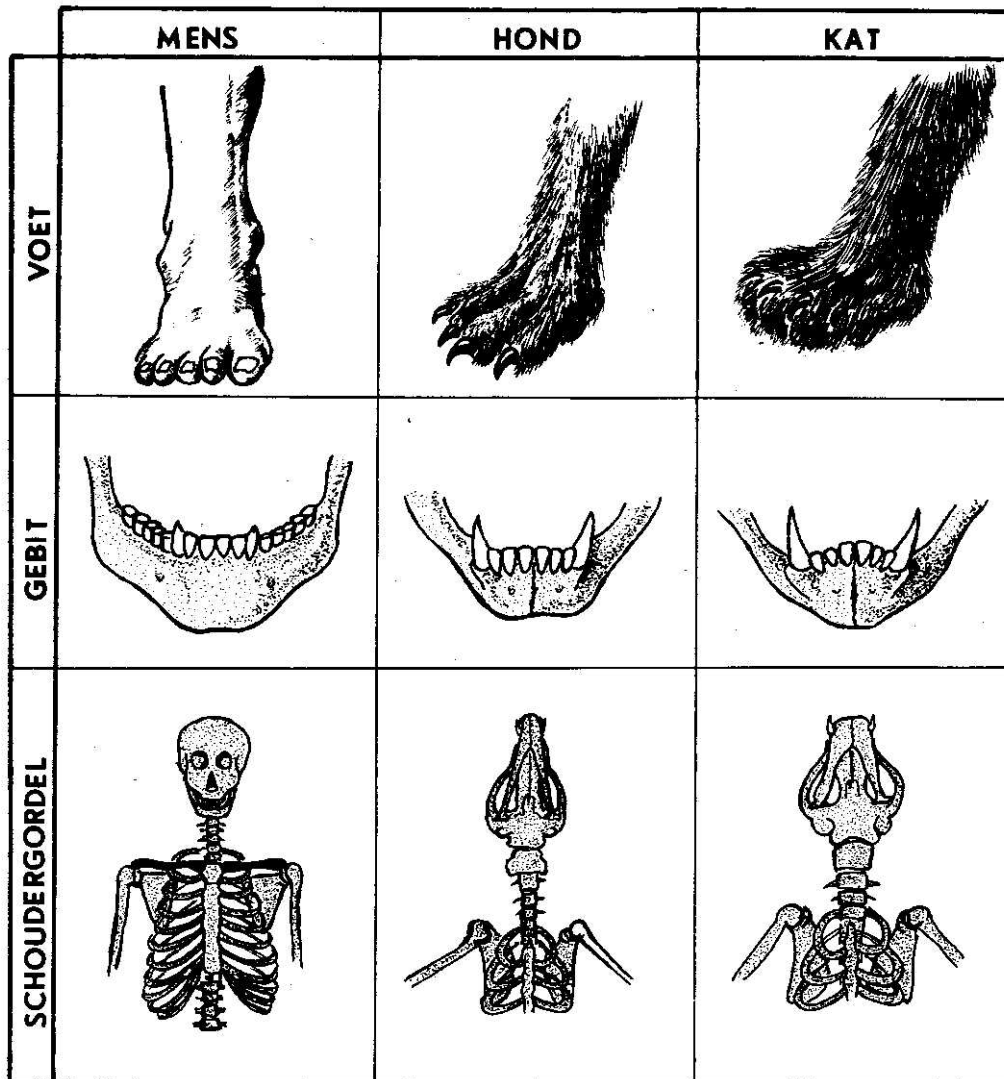


Fig. 6. Vergelijking van voet, gebit en schoudergordel bij mens, hond en kat.

Vragen:

10. Hoe is de lengte van de armen vergeleken met die van de benen?
11. Is de grote teen opponeerbaar?
12. Is het hersengedeelte in verhouding tot de gehele schedel groot of klein?
13. Hoe is de grootte van de hoektanden ten opzichte van de andere tanden van hetzelfde dier?
14. Hoeveel snijtanden staan er in de bovenkaak?

II. De orde

Bestudeer figuur 6 en vul met behulp van onderstaande vragen tabel II in.

TABEL II	classificatieniveau: orde		
kenmerken	1 . mens	2. hond	3. kat
a. ledematen			
b. nagels of klauwen			
c. hoektanden			
d. snijtanden			
e. sleutelbeen			

Vragen:

15. Hoeveel ledematen heeft het dier?
16. Zitten er nagels of klauwen aan de tenen van de voet?
17. Hoeveel hoektanden zitten er in de onderkaak?
18. Hoeveel snijtanden zitten er in de onderkaak?
19. Is het sleutelbeen goed of slecht ontwikkeld?

III. De klasse

Bestudeer figuur 7 en vul met behulp van onderstaande vragen tabel III in.

TABEL III	classificatieniveau: klasse		
kenmerken	1 . mens	2. hond	3. kikker
a. lichaamsbedekking			
b. ledematen			
c. afdelingen van het hart			
d. symmetrie			
e. lichaamstemperatuur			

Vragen:

20. Wat voor soort lichaamsbedekking heeft het dier?
21. Hoeveel ledematen heeft het dier?
22. Hoeveel afdelingen heeft het hart?
23. Welk soort symmetrie vertoont het lichaam?
(tweezijdig-, veelzijdig- (= straalsgewijs) of a-symmetrisch)
24. Is de lichaamstemperatuur constant en hoog of gelijk aan die van de omgeving?




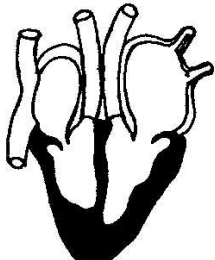
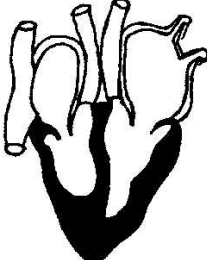

	MENS	HOND	KIKKER
TEMPERATUUR	 lichaam 37°C omgeving 4.5°C	 lichaam 38.6°C omgeving 4.5°C	 lichaam 4.8°C omgeving 4.5°C
HART			

Fig. 7. Vergelijking van de lichaamstemperatuur en het hart bij mens, hond en kikker.

IV. Het fylum (hoofdafdeling of stam)

Bestudeer figuur 8 en vul met behulp van onderstaande vragen tabel IV in.

TABEL IV	classificatieniveau: fylum		
	1 . mens	2. vogel	3. kreeft
a. skelet			
b. symmetrie			
c. zenuwstreng			
d. gepaarde			
e. kieuspleten			

Vragen:

25. Is er een uitwendig of inwendig skelet?
26. Welk soort symmetrie vertoont het lichaam?
27. Ligt de zenuwstreng aan de rug- of aan de buikzijde?
28. Zijn er wel of geen gepaarde ledematen?
29. Zijn er wel of geen kieuspleten in het embryo?

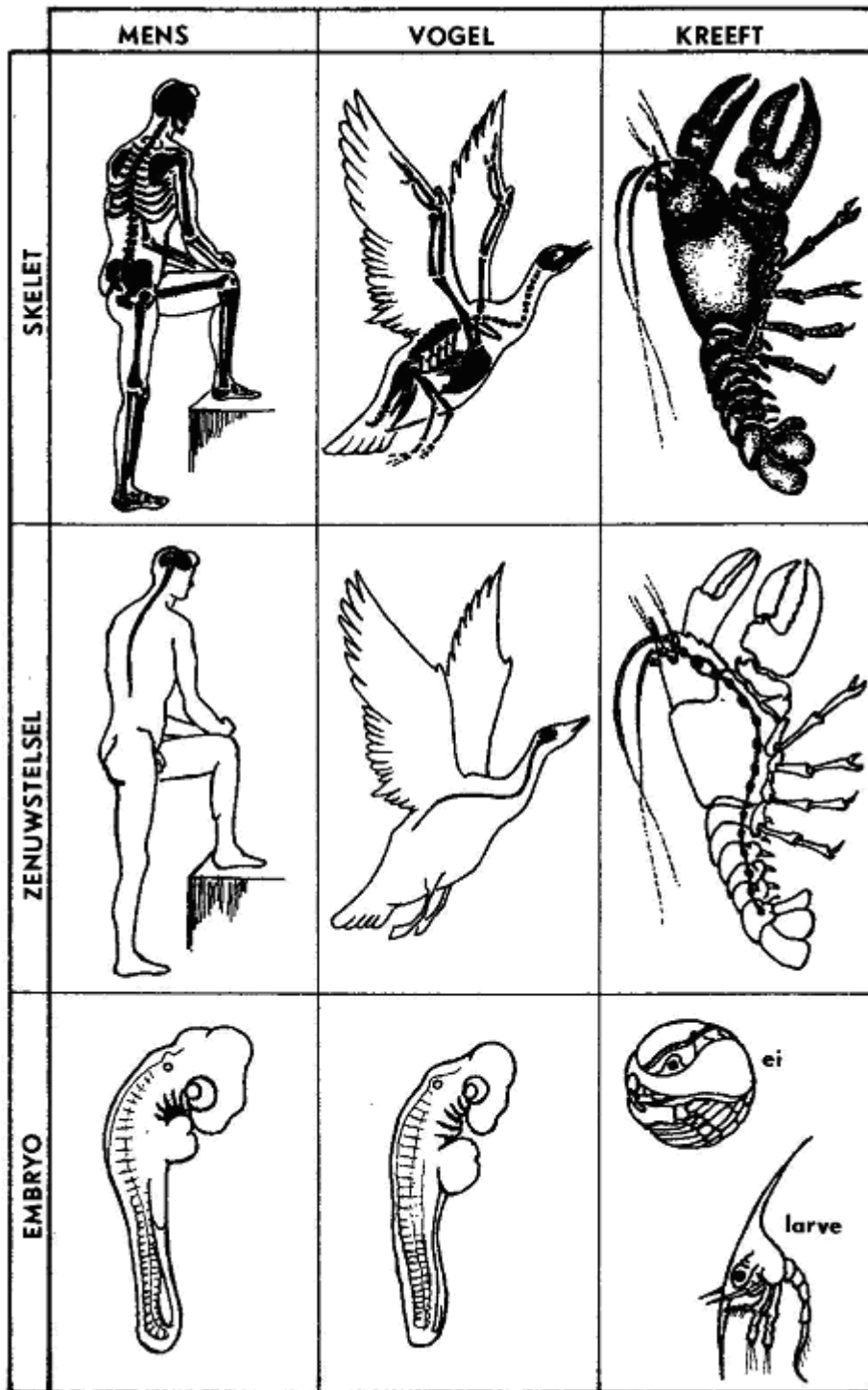


Fig. 8 Vergelijking skelet, zenuwstelsel en embryo bij mens, vogel en kreeft.

Op verschillende niveaus heeft u nu kennis gemaakt met een aantal kenmerken. Kijk nu het geheel nog eens rustig door en tracht de volgende vragen te beantwoorden:

30. U heeft in de tabellen t t/m IV de classificatieniveaus:

familie, orde, klasse en fylum aangetroffen.

- a. Welk van deze niveaus omvat de meeste diersoorten (is 't hoogste)?
- b. Welk van deze niveaus omvat de minste diersoorten (is 't laagste)?
- c. Wanneer u deze vier niveaus in een zodanige volgorde zou moeten zetten dat het grootste aantal soorten omvattende niveau als laatste komt, welke volgorde zou u dan kiezen?

31. Behalve de vier genoemde, kennen we nog de niveaus geslacht en soort. De soort is het laagste niveau (de ondersoort buiten beschouwing gelaten). Probeer een definitie te geven van het begrip 'soort'. (Denk aan de mogelijkheid tot voortplanting!)

De determineersleutel

Van bijna alle groepen organismen is door specialisten een determineersleutel gemaakt. Hierbij is men tot een indeling gekomen uitgaande van bepaalde kenmerken (en niet omgekeerd).

Zo'n determineersleutel wordt zodanig opgesteld dat er telkens een keuze kan worden gemaakt tussen twee mogelijkheden (dichotome determineersleutel).

Het is het type sleutel zoals het in uw flora gebruikt wordt.

De Latijnse namen die aan organismen worden toegekend mag men zeker niet als definitief beschouwen. Zo veranderde de naam van de bekende dagkoekoeksbloem van *Lychnis dioica* (de door Linnaeus in 1758 eraan gegeven naam) via *Lychnis diurna*, *Melandrium dioicum* en *Melandrium sylvestre*, tot het huidige *Melandrium rubrum*. Zulke wijzigingen in de systematiek kunnen het gevolg zijn van nieuwe inzichten, voortvloeiend uit andere takken der biologie, bijvoorbeeld erfelijkheidsleer, planten解剖学 en ecologie. Soms zijn zij het gevolg van de ontdekking van totaal nieuwe soorten.

Bij wijziging van de geslachtsnaam of de soortaanduiding vervalt de oude auteursafkorting en wordt vervangen door die van de auteur die de wijziging voorstelde (controleer dit in uw flora).

Opgave: Tracht met behulp van de flora te achterhalen, waarom men bij de dagkoekoeksbloem de geslachtsnaam veranderde.

Bestaat het geslacht *Lychnis* tegenwoordig nog?

Tracht eveneens het veelvuldig veranderen van de soortaanduiding te verklaren (gebruik hiervoor uit de flora van Heimans e.a. 'Verklaring van de wetenschappelijke soortnamen').

Ook de indeling in families, geslachten, soorten, etc., alsmede de volgorde der families in determineerwerken, zijn — ondanks het bestaan van internationaal samengestelde taxonomische commissies die de uniformiteit hierin moeten bewaken — geenszins eensluidend. Heukels en van Ooststroom (*Flora van Nederland*, 14e druk 1956) plaatsen de Eenzaadlobbigen achteraan in hun flora (fam. 138 t/m 156), terwijl Heimans, Heinsius en Thijssse (*Geïllustreerde Flora van Nederland*, 21e druk 1965) deze groep vóóran plaatsen (fam. 6 t/m 22). Een groep planten wordt in de laatstgenoemde flora in 3 families gesplitst (*Rosaceae*, *Pomaceae* en *Amygdalaceae*), terwijl de eerstgenoemde precies dezelfde groep uitsluitend met *Rosaceae* aanduidt.

Opdracht C: De volgende vragen zijn bedoeld om u enig inzicht te verschaffen in het systeem, aan de hand waarvan de flora is samengesteld. Met behulp van de geïllustreerde flora van Nederland door Heimans, Heinsius en Thijssse kunt u deze vragen oplossen.

32. Welke classificatieniveaus worden er in de flora gebruikt?
33. In welke afdelingen worden de sporenplanten of cryptogamen ingedeeld?
34. Welke afdelingen en klassen van de sporenplanten worden erg oppervlakkig behandeld?
35. In welke afdelingen worden de zaadplanten of phanerogamen ingedeeld?
36. In welke klassen worden de bedektzadigen of angiospermen ingedeeld?
37. Van welke klasse zijn de Choripetalen en de Sympetalen onderklassen?
38. Welke betekenis hebben de tekens \odot , \ominus , \mathcal{Z} , \mathcal{L} ?
39. Het herderstasje heet: *Capsella bursa-pastoris* Med.
Wat betekent 'bursa-pastoris'? Van welke naam is Med. de afkorting?
40. De paardebloem heet *Taraxacum officinale* Web.
Wat betekent 'officinale'? Van welke naam is Web. de afkorting?

Opdracht D: Determineer met behulp van uw flora enige planten van de belangrijkste families, (óók als de namen reeds bekend zijn). Leg de volgorde der keuzen vast en vergelijk hierna de wegen met elkaar waarlangs men tot iedere plant gekomen is. Geef in de genoteerde volgorden aan waar men van het ene in het andere classificatieniveau overgaat.

Met behulp van de flora van Heimans, Heinsius en Thijsse (21e druk, 1965) determineerden wij een kruidachtige, met blauwe bloemen bloeiende plant.

De volgorden der keuzen werden als volgt vastgelegd:

1 b- 2b- 3b- 4b- 5b- 6b- 7b- 11b- 13c- 14b- 18a- blz. 35- 1c- 2d- 3b- 10b- 11a- 12b- 13b- 14b- 18b- 19b- 20c- (fam. Labiatae)- blz. 875- blz. 876- 1a- 2b- 6b- 7b- 8c- 9b- 13b- 14b- 19b- 23b- 24b- 29b- 30b- 31c- 32a- 33a- (geslacht *Prunella*)- blz. 897- soort *Prunella vulgaris* L., brunel.

IB-9 Benaming en behandeling van glaswerk en andere practicum-uitrusting (zie de figuren 9, 10 en 11)

Aflezen: In nauwe glazen buizen als pipetten en buretten, zal het vloeistofoppervlak (meniscus) meestal gebogen zijn. Men dient bij een maatstreep de onderzijde van de meniscus als de vloeistof hoogte te beschouwen. Zuiver aflezen kan hierbij alleen als het oog zich op dezelfde hoogte bevindt als de maatstreep c.q. meniscus. (zie figuur 12).

Opdracht: Oefen in het hanteren en — eventueel — aflezen van bovengenoemd glaswerk. Doe dit zowel met een gekleurde vloeistof (methyleenblauw-oplossing, CuSO_4 -oplossing) als met zuiver leidingwater.

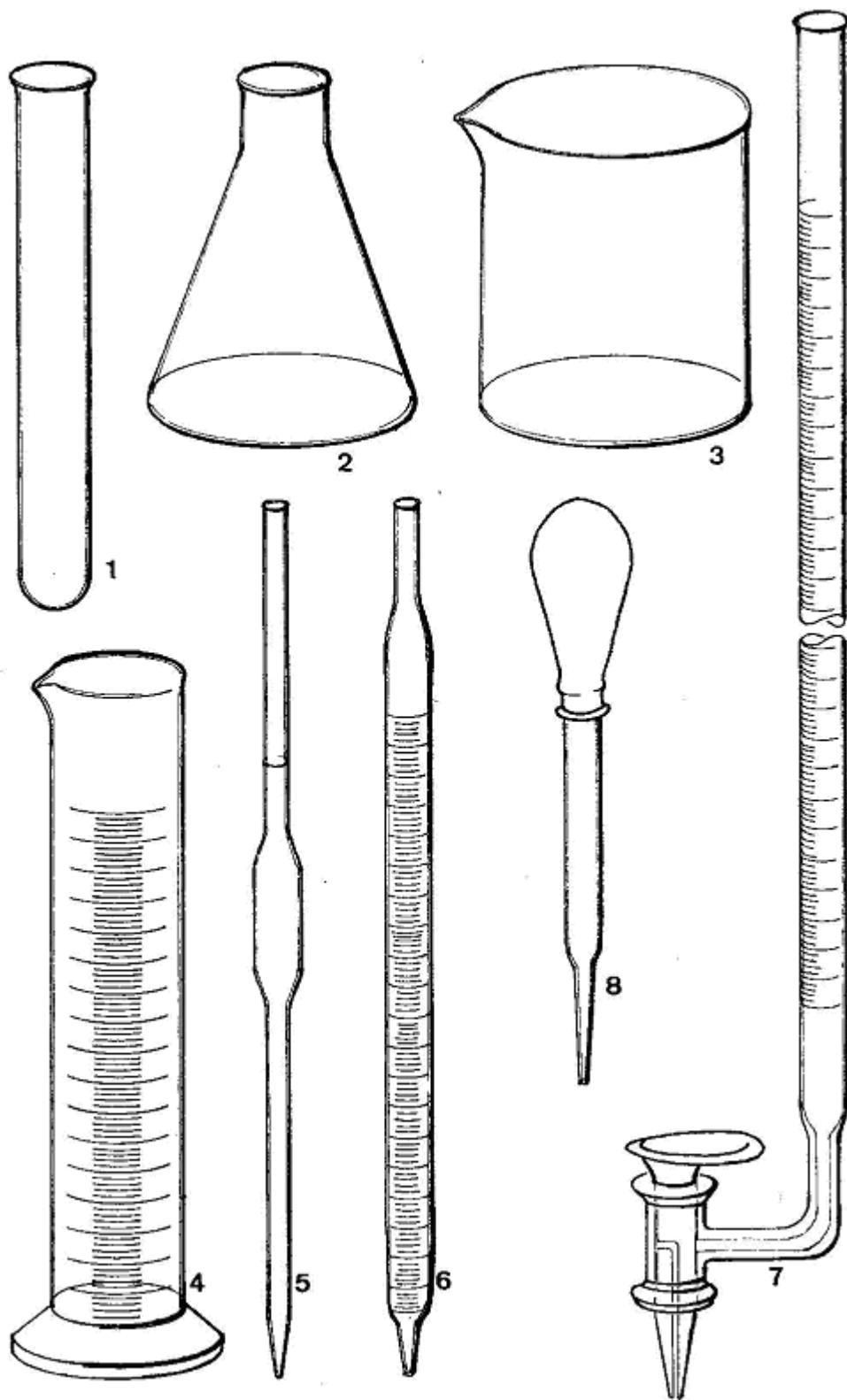


Fig.9 Glaswerk. 1. reageerbuis. 2. erlenmeyer. 3. bekglas. 4. maatcilinder. 5. volumepipet. 6. maatpipet. 7. buret en 8. Pasteurse pipet.

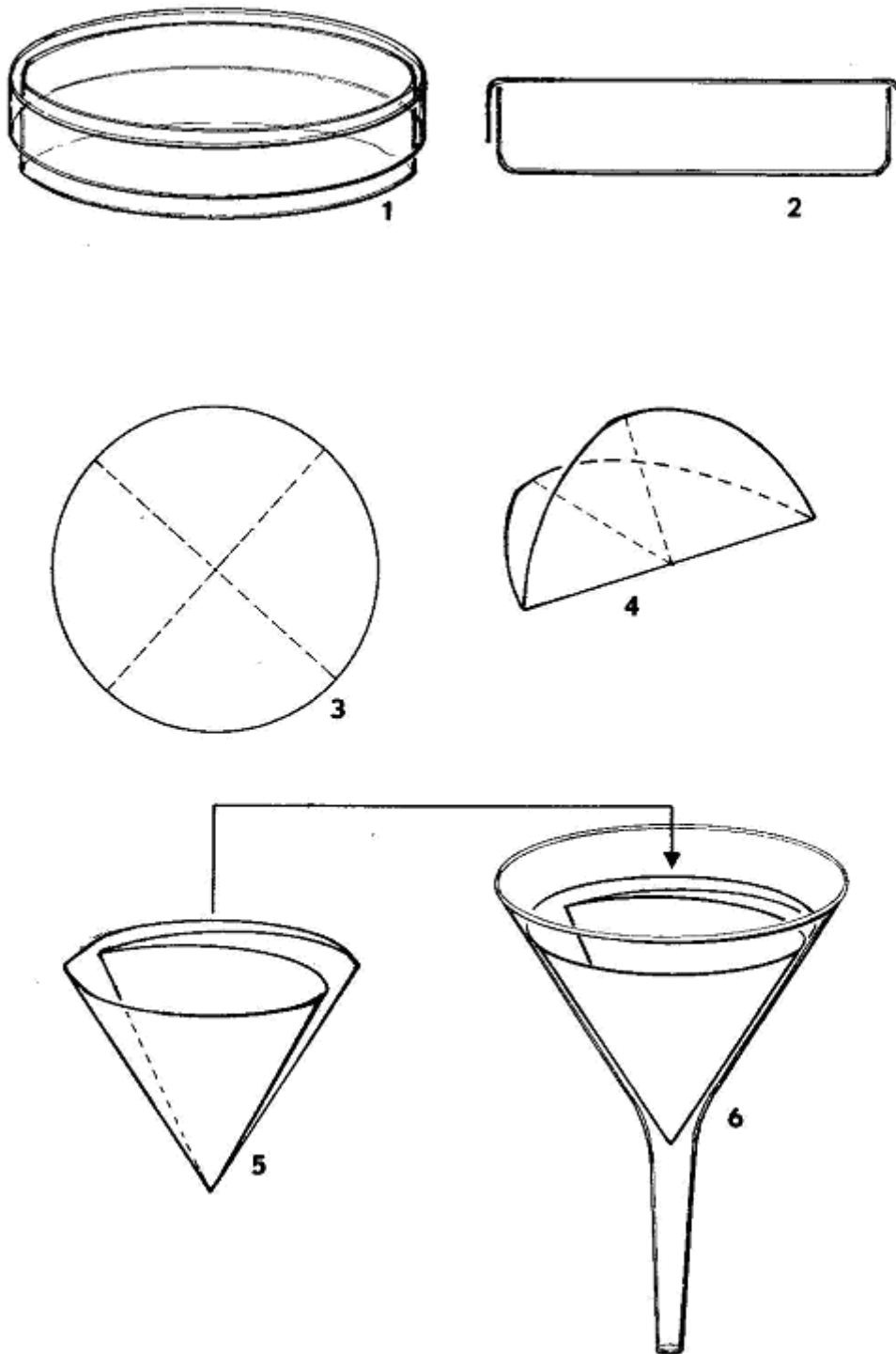


Fig 8. Glaswerk en vouwfilter. 1 en 2. Petrischaal. 3, 4 en 5 vouwen van een filter. 6. plaatsen van een vouwfilter in een trechter.

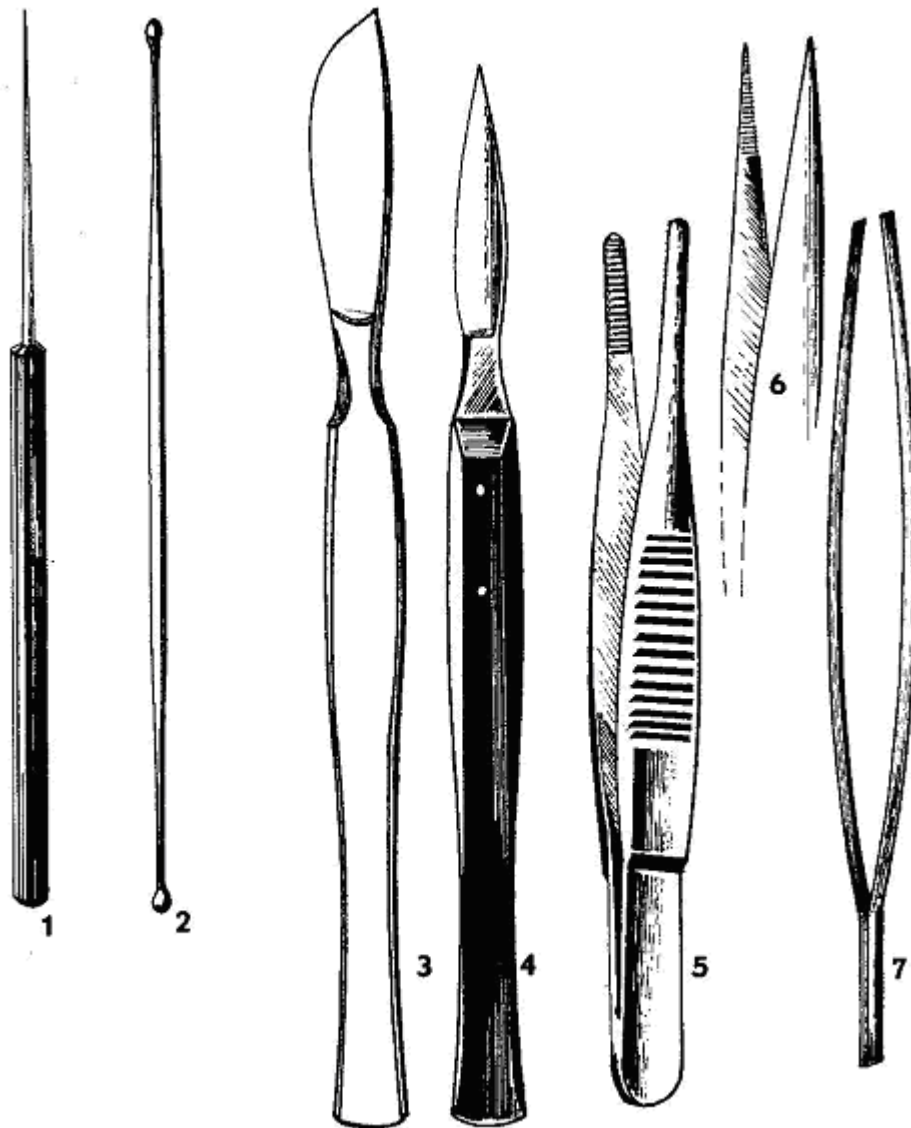


Fig 11. Instrumenten. 1. prepareernaald. 2. sonde. 3 en 4. lancetten. 5. anatomiepincet. 6. microscopiepincet. 7. pincet voor het vasthouden van tere objecten (kleine insecten, schelpjes) zonder deze te beschadigen.

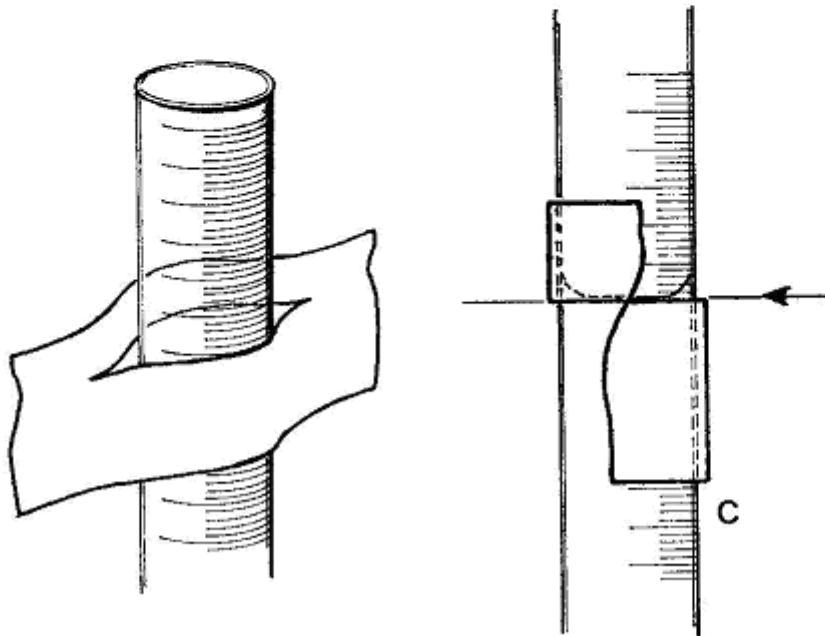
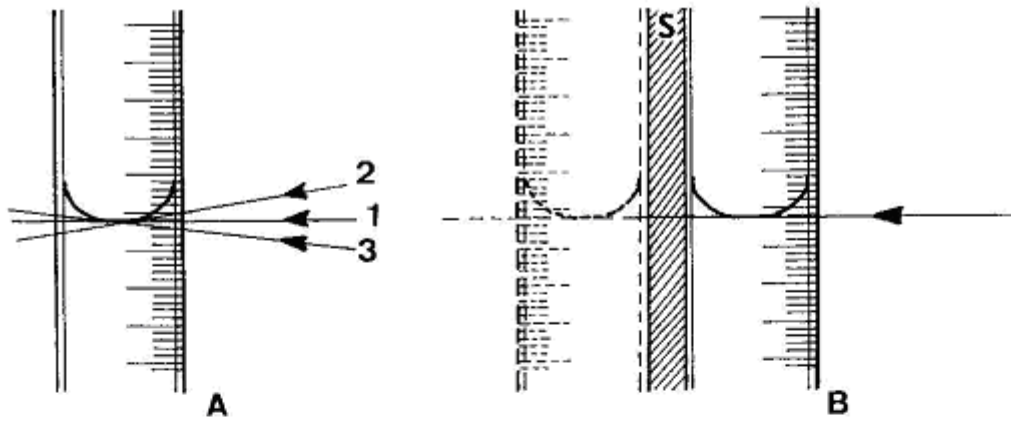


Fig. 12. Aflezen van de meniscus.
 A. Goede (1) en foutieve (2,3) aflezing.
 B. Aflezen m.b.v. een spiegel (S)
 C. Aflezen m.b.v. een strook papier.
 N.B. De pijl geeft de kijkrichting aan.

IB-10 Het maken van een determineersleutel voor enkele voorkomende plantenfamilies

Indien van verzamelde planten snel de familie kan worden vastgesteld scheelt dit veel tijd bij het determineren. Een sleutel waarmee op familie kan worden gedetermineerd kan dan ook in de klas zijn diensten bewijzen. Vanzelfsprekend wordt een determineersleutel waarin alle families zijn opgenomen te veelomvattend. Er zal dan ook een zodanige keuze gemaakt moeten worden dat de families met de meeste vertegenwoordigers aan bod komen.

Vorbereiding:

- de docent zorgt ervoor dat van een aantal plantenfamilies enkele vertegenwoordigers aanwezig zijn.
- per groep van twee leerlingen worden een zestal planten tot het classificatieniveau 'familie' gedetermineerd, iedere groep dient zo mogelijk andere families te krijgen.
- de volgende families kunnen als uitgangspunt dienen:

Naaldbomen

- pijnboomfamilie
- cypresfamilie
- taxusfamilie

Coniferae

- Pinaceae
- Cyressaceae
- Taxaceae

B. Eenzaadlobbige planten

- cypergrassenfamilie
- grassenfamilie
- russenfamilie
- leliëfamilie
- narcissenfamilie
- orchideeënfamilie

Monocotyledonae

- Cyperaceae
- Gramineae
- Juncaceae
- Liliaceae
- Amaryllidaceae
- Orchidaceae

C. Tweezaadlobbige planten

- duizendknoopfamilie
- ganzevoetfamilie
- anjerfamilie
- ranonkelfamilie
- papaverfamilie
- kruisbloemenfamilie
- ooievaarsbekfamilie
- schermbloemenfamilie
- rozenfamilie
- vlinderbloemenfamilie
- nachtschadefamilie
- ruwbladigenfamilie
- lipbloemenfamilie
- compositiefamilie

Dicotyledonae

- Polygonaceae
- Chenopodiaceae
- Caryophyllaceae
- Ranunculaceae
- Papaveraceae
- Cruciferae
- Geraniaceae
- Umbelliferae
- Rosaceae
- Papilionaceae
- Solanaceae
- Boraginaceae
- Labiatae
- Compositae

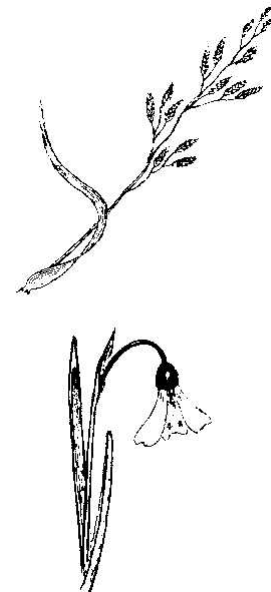
Uitvoering:

- stel vast tot welke families de aan u uitgereikte planten behoren.
Maak hiertoe gebruik van:
 1. Nieuwe Flora in kleur, Christiansen
Raadpleeg eerst pagina 5 tot en met 28 en kijk vervolgens bij de afbeeldingen tot welke familie de plant behoort.
 2. Geïllustreerde Flora van Nederland, Heimans, Heinsius en Thijssse.
Raadpleeg eerst de 'eerste lijst', pagina 1 tot en met 8 en vervolgens de sleutels op de pagina's 9 tot en met 87.
- maak een overzicht van de kenmerken van de familie waartoe de uitgereikte planten behoren. Deze kenmerken zijn in de Flora van Heimans, Heinsius en Thijssse bij de betreffende familie te vinden.
- zoek de meest opvallende kenmerken uit en onderstreep deze.
- onder leiding van de docent worden de, van de gevonden families genoteerde en onderstreepte, kenmerken tot een dichotome determineersleutel verwerkt.
(zie voorbeeld).

Voorbeeld:

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| 1 | — blad met evenwijdige nerven | 2 |
| | — blad niet met evenwijdige nerven | 7 |
| 2 | — bloem zonder kroonbladen | 3 |
| | — bloem met kroonbladen | 4 |
| 3 | — stengel geled, rond en hol | grassenfamilie |
| | — stengel niet geled, driekant
gevuld met merg | cypergrassen-
familie |
| 4 | — bloem tweezijdig symmetrisch | 5 |
| | — bloem meerzijdig symmetrisch | 6 |
| 5 | — vruchtbeginsel onderstandig, drie
meeldraden | lissen-
familie |
| 6 | — vruchtbeginsel onderstandig, zes
meeldraden | narcissen-
familie |

etc.



IB-11 Het maken van een determineersleutel voor dieren

Aan de hand van bijeengebracht dierlijk materiaal wordt — op identieke wijze als in IB-10 voor planten is omschreven — een determineersleutel gemaakt voor het dierenrijk. Voor het vaststellen tot welke klasse of orde een aanwezig dier behoort, kan men gebruik maken van tekst en illustraties uit 'Systematiek Dieren', Atlas bij de Biologie (Sesam), deel 1, pag. 243: en 'Bouwplannen van dieren', pag. 105 tot en met 121. Of men met de te maken sleutel in staat zal zijn een 'fijnere' determinatie tot stand te brengen, hangt af van de aanwezigheid van gespecialiseerde determineerwerken voor insecten, vissen, vogels, e.d.
(zie ook IB-17).

IB-12 Relaties tussen organismen en milieu

Uit de activiteiten die u in het kader van IB-8, 10 en 11 met flora's en andere determineerwerken verricht hebt, zoudt u de conclusie kunnen trekken dat in de natuur de 'soort' evenals in de flora, op zichzelf staat en dat de levende natuur uit een willekeurige combinatie van soorten in willekeurige aantallen bestaat.

Deze conclusie is zonder meer onjuist.

Organismen komen in de natuur voor in groepen waarvan de leden (zowel planten als dieren) beïnvloed worden door **elkaar** en door het **milieu**. Zo'n groep wordt hierom een **levensgemeenschap** of **biocoenose** genoemd.

I. Invloed van het milieu

Een levensgemeenschap bestaat altijd uit soorten die ongeveer gelijke eisen stellen aan het milieu (in het water van een poldervaart treft men noch land-, noch zoutwater-, doch uitsluitend zoetwaterorganismen aan). De ter plaatse heersende milieufactoren (ook wel genoemd **a-biotische factoren**) zoals het klimaat, de microklimaten*, bodem en water leggen dus reeds in sterke mate vast welke organismen zich er zullen ontwikkelen. Een levensgemeenschap met het milieu dat die levensgemeenschap tot ontwikkeling liet komen, heet een **ecosysteem**.

II. Invloed van organismen op elkaar

In een levensgemeenschap geldt dat iedere soort zijn bestaansmogelijkheid in sterke mate aan andere soorten dankt. Men zegt ook wel: de individuen van alle aanwezige soorten zijn voor elkaar **biotische factoren**. Deze afhankelijkheden vormen een ingewikkeld netwerk van interrelaties. Het bekendste voorbeeld hieronder zijn wel de **voedselketens**, het 'eten en gegeten worden'.

Er bestaan echter vele andere interrelaties. Sommige hiervan zijn reeds lang bekend, andere pas sinds kort. Deze laatste zijn zó subtiel, dat slechts moderne, verfijnde observatie- en laboratoriumtechnieken er gevoelig genoeg voor zijn. Verwacht mag worden dat juist de komende jaren, nu de mens uit zelfbehoud gedwongen is de studie der ecosystemen (**de ecologie**) grondig ter hand te nemen, talloze nog verborgen relaties bekend zullen worden. Enkele willekeurig gegrepen voorbeelden van interrelaties tussen organismen van een levensgemeenschap:

- a. voedselketens, bijvoorbeeld: plant-bladluis-koolmees-sperwer.
Omdat ieder organisme in meer voedselketens terecht kan komen (de bladluis past bijvoorbeeld ook in een andere voedselketen als plant-bladluis-lieveheersbeestje-spitsmuis-uil) wordt ook gebruikt de term 'voedselweb', welke de in de natuur bestaande complexiteit beter weergeeft.
- b. de zaden van vele planten worden door dieren verspreid: vogels eten bessen en verspreiden de erin aanwezige zaden met hun uitwerpselen; mieren verslepen de zaden van viooltjes en andere planten; veel zaden hechten zich met haakjes aan de pels van langslopende dieren.
- c. de wortels van vele planten blijken in de bodem omsponnen te zijn door schimmeldraden in een voor beiden noodzakelijke relatie. Bekend zijn de relaties vliegenschwam-berk en cantharel-zomereik, ook blijkt de zeldzaamheid van vele orchideeën voort te vloeien uit het (vaak door menselijk toedoen veroorzaakte) verdwijnen van bodemschimmels.

* De in het 'echte' klimaat aanwezige factoren als temperatuur, wind, licht en neerslag kunnen vlak bij een zich buiten bevindend voorwerp sterk gewijzigd worden. Het complex van zulke gewijzigde factoren noemt men een microklimaat. Een zuidhelling van een heuvel heeft een ander microklimaat dan de noordhelling; onder een struik heerst een ander microklimaat dan op het open veld.

- d. bepaalde planten (els, vlinderbloemigen) herbergen in de cellen van hun wortels stikstofbindende bacteriën.
- e. grote aantallen planten gebruiken insecten (soms een of enkele soorten!) voor hun bestuiving, terwijl anderzijds het plantaardig stuifmeel voor talloze insecten de enige eiwitbron is.

De grote mate van wederzijdse afhankelijkheid in een levensgemeenschap lijkt op het eerste gezicht een gevaarlijke zaak; het verdwijnen van slechts één soort zou aftakeling van de gehele gemeenschap immers tot gevolg kunnen hebben. De ecologen nemen waar dat dit niet zo is, de door de natuur opgebouwde levensgemeenschappen zijn stabiel, gebufferd tegen vele storende invloeden. Deze stabiliteit komt tot uiting in het van jaar tot jaar vrij constant blijven der aantallen individuen van iedere soort. Het blijkt zelfs dat soortenrijkdom (dus vergroting van het aantal interrelaties!) de stabiliteit verhoogt. Precies het omgekeerde demonstreren ons de door de mens aangelegde monoculturen, levens-'gemeenschappen' bestaande uit één soort in een uniform milieu (een veld aardappelen, een dennenaanplant, etc.).

Het 'mono'-karakter hiervan wordt nog benadrukt door het rooien van scheidingshagen, ontwateringen, zaaizaadontsmetting, etc. Hun instabiliteit, hun gevoeligheid voor 'schadelijke' organismen is zó groot geworden dat zij slechts zorgvuldig 'gekoesterd' met series bespuitingen, beregeningsinstallaties en het wieden van onkruid kunnen blijven bestaan.

IB-13 A het pipetteren

- Een pipet moet schoon en vetvrij zijn.
- De pipet wordt eerst enkele keren met gedestilleerd water gespoeld.
- De laatste druppel, die er na het leeglopen is ingebleven, voorzichtig op filtreerpapier laten uitlopen en de buitenkant met schoon filtreerpapier drogen.
- Spoel de pipet met de vloeistof die afgemeten moet worden: een derde tot de helft van de pipet met de vloeistof vullen door deze op te zuigen.
De pipet horizontaal houden en de vloeistof tot in de steel laten lopen.
- De pipet met de punt omlaag ledigen.
- Het spoelen met de vloeistof 1 tot 2 keer herhalen en de laatste druppel op filtreerpapier laten uitlopen.
- De pipet volzuigen met de vloeistof tot boven de streep op de steel, met de wijsvinger afsluiten en de pipet verder verticaal houden.
- De buiten aanhangende vloeistof met schoon filtreerpapier afvegen.
- De punt van de pipet onder een hoek van 45° met het vat plaatsen, waaruit men de vloeistof heeft opgezogen en de vloeistofspiegel langzaam laten zakken tot de streep. De punt van de pipet komt niet meer in de vloeistof.
De met vloeistof gevulde pipet wordt steeds verticaal gehouden.
- Het overbrengen in een erlenmeyer (die met gedestilleerd water is schoongespoeld en enige minuten omgekeerd op filtreerpapier heeft staan uitlekken) gebeurt door de punt van de pipet onder een hoek van 45° tegen het glas van de erlenmeyer te plaatsen (pipet verticaal!) en de vloeistof uit de pipet te laten lopen.
- Vervolgens 10 tellen wachten en de pipet langs de wand wegtrekken (niet uitblazen!).

N.B. De pipet alleen vasthouden bij het gedeelte van de steel, dat zich boven de streep bevindt.

IB. Het verdunnen van oplossingen

Een oplossing bestaat uit:

- a. de opgeloste stof
- b. het oplosmiddel

Men spreekt van een 1%-oplossing als 1 gram vaste stof is opgelost in 100 ml oplossing. Soms zal men bij een biologisch experiment een **zwakke** oplossing (met een **laag** percentage opgeloste stof) nodig hebben. Deze kan verkregen worden uit een **sterke** oplossing (met een **hoog** percentage opgeloste stof) door **verdunning**.

Bij b.v. 10x verdunnen dient men te bedenken dat de hoeveelheid opgeloste stof, die zich in een zeker volume (stel b.v. A ml) uitgangsooplossing bevindt, zich in een 10x grotere oplossing (dus 10A ml) moet gaan bevinden.

10x verdunnen kan men dus bereiken door de A ml uitgangsooplossing aan te vullen met 9A ml oplosmiddel tot 10A ml gewenste oplossing.

Door een verdunde oplossing opnieuw te verdunnen en zo door te gaan, verkrijgt men een z.g. **verdunningsreeks**, waarmee men de uiterst lage concentraties bereikt welke voor biologische experimenten noodzakelijk kunnen zijn.

Opdracht: Maak een geconcentreerde waterige oplossing van bij voorkeur de kleurstof fluoresceïne (eventueel methyleenblauw, methylgroen of een andere kleurstof gebruiken).

Maak een verdunningsreeks door bijvoorbeeld telkens 10x te verdunnen.

Bereken telkens de concentratie ten opzichte van de uitgangskonzentratie.

Vragen:

1. Op welke manieren kan men uit een zwakke oplossing een sterkere krijgen?
2. Men heeft 100 ml van een 1% suikeroplossing (in water) nodig en beschikt over een 25% suikeroplossing. Uit hoeveel ml uitgangsooplossing en hoeveel water kan men de gewenste oplossing maken?

IB-14 A het gebruik van de Bunsenbrander

- Sluit de slang aan
- Sluit de luchtschuif (2)
- Open de gaskraan en steek het gas aan
- Breng de vlam tot de gewenste hoogte d.m.v. de gaskraan
- Regel daarna de luchttoevoer met de luchtschuif
- Bij inslaan van de vlam sluit men het gas af, draait de luchtschuif dicht en begint opnieuw.

B. Het gebruik van de Téclubrander

- Open de gasregelschroef (1) en sluit de luchtregelschroef (2)
- Open de gaskraan en steek het gas aan
- Breng de vlam tot de gewenste hoogte d.m.v. de gasregelschroef en open de luchtregelschroef zover tot de vlam kleurloos is
- Bij het inslaan van de vlam sluit men de gaskraan en begint opnieuw.

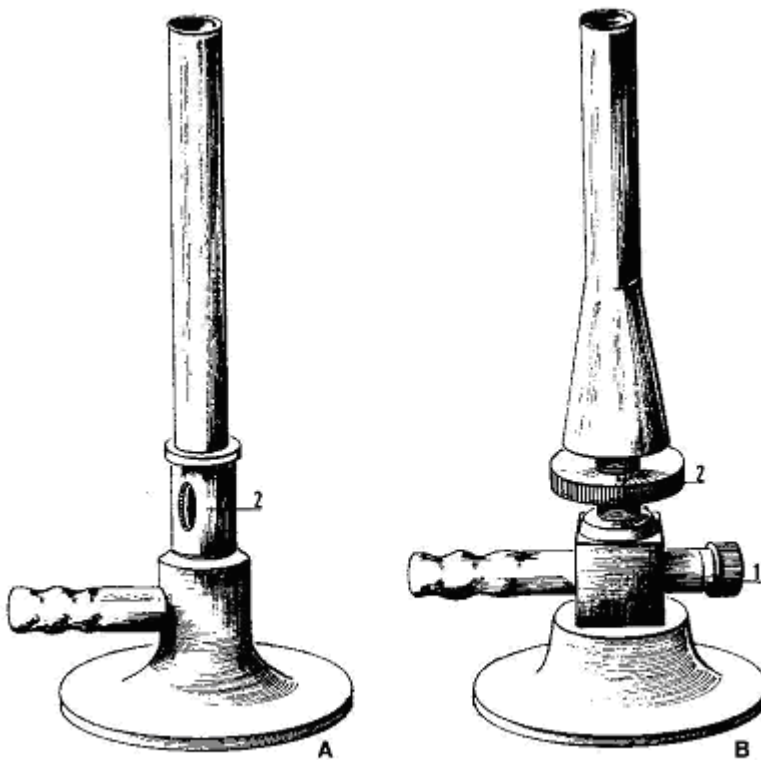


Fig. 15. Branders. A. Bunsenbrander, B. Téclubrander. 1. gasregelschroef en 2. luchtregelschroef.

IB-15 Aanwijzingen voor de excursies in BIOTHEMA deel 1

'Terrestrische excursie' en 'Aquatische excursie'

A. Benodigde materialen ten behoeve van

- a. IB-16
 - één insectenhevel per leerling
 - enkele insectenvangnetten
 - flesje kaliumpermanganaat 0,2% per 2 leerlingen
 - enkele plastic gekleurde (rood, geel, blauw) bakken (ontwikkelbakken van 25 x 40 cm)
 - enkele kleefvallen
 - enkele vangblikken
 - hark, zeef, schepnetten
 - rol stevig touw
 - plastic zakken, labels, jampotten
- b. IB-18
 - vierhoeken (kwadranten) vervaardigd van stevig ijzerdraad met de afmetingen 20 x 20, 20 x 40, 40 x 40, 40 x 80 en 80 x 80 cm per groep van twee leerlingen één set.

N.B. Teneinde van een excursie geen vrijblijvende wandeling te maken is een goede voorbereiding noodzakelijk, waardoor iedereen nauwkeurig weet wat hij/ zij te doen heeft.

B. Voorbereiding

- a. Tevoren dient de docent een terrein uit te kiezen dat niet te gecompliceerd is en dat een redelijke verscheidenheid aan soorten biedt binnen korte afstand, zoals een weiland, een wegberm of een stuk bouwterrein. Voor de aquatische excursie een terrein met een brede sloot (zie g.).
- b. De docent deelt de namen van de in het terrein voorkomende soorten aan de leerlingen mee tijdens de les die vooraf gaat aan de excursie, zodat deze namen dan op het werkblad van aanvulling IB-18 kunnen worden ingevuld.
- c. Bij de namen van deze soorten dienen een aantal in het oog lopende kenmerken te worden vermeld (zie werkblad IB-18), aan de hand waarvan de leerlingen de in het terrein aanwezige soorten gemakkelijk kunnen herkennen. Behalve met een bepaalde ecologische techniek wordt aldus ook kennis gemaakt met een aantal plantensoorten uit de Nederlandse flora. Indien het aantal voorkomende soorten nogal groot is, is het raadzaam de meest voorkomende soorten uit te kiezen, zodat een totaal van ongeveer 15 soorten niet wordt overschreden.
- d. Het vóórkomen van bloeiende planten brengt een grote verscheidenheid aan insecten met zich mee, waardoor het werken met de insectenhevel zinvol kan worden. Om dezelfde reden moeten er in het terrein ook enkele boomgroepen voorkomen.
- e. De docent draagt er zorg voor dat een zo grote verscheidenheid aan determineerwerkjes aanwezig is, zodat insecten en andere dieren kunnen worden gedetermineerd. Bijvoorbeeld:
 - Ongewervelde dieren in bos en veld (Moussault)
 - Ongewervelde dieren langs wegen en paden (Moussault)
 - Informatie in woord en beeld over moerassen en plassen (Moussault)
 - Informatie in woord en beeld over bloemen en hun bezoekers (Moussault)
 - Informatie in woord en beeld over insecten (Moussault)

- Dieren en plantengids van Europa (Elsevier)
- Sloot en plas in kleuren (Meulenhoff)
- Was lebt im Tümpel, Bach und Weiher (Kosmos, Stuttgart)
- Thieme's zakboeken voor natuurvrienden

A. Uitvoering

- a. De eerste opdracht die aan de leerlingen wordt verstrekt is IB-18 uit te voeren en de gegevens op de werkbladen in te vullen.
- b. Zie er op toe dat niet alles wordt platgelopen voordat met het verzamelen van organismen wordt begonnen.
- c. Als tweede opdracht kan in het excursieterrein een lijn worden uitgezet waarlangs de leerlingen plaats nemen op vaste afstanden. De leerlingen krijgen een nummer. Door langs de lijn, op de plaatsen waar de leerlingen staan, planten te laten verzamelen over een afstand van 50 cm links en rechts van de lijn wordt een 'floristische doorsnede' door het terrein verkregen. De verzamelde planten worden voorzien van het nummer dat de leerling heeft die de planten plukt. Tevens noteren de leerlingen enkele abiotische factoren van de standplaatsen, zoals grondsoort, vochtig of droog, etc.
De verzamelde planten worden gedetermineerd en de doorsnede wordt in kaart gebracht door langs een, op een vel papier of op het bord, getrokken lijn met symbolen de gevonden soorten aan te geven en hierbij ook de abiotische factoren te vermelden.
- d. Van de langs de lijn verzamelde planten kan een kleine expositie worden ingericht. De planten worden hiertoe per familie bij elkaar gelegd voorzien van een label met de naam en enkele gegevens omtrent de aard van de directe omgeving waaruit ze werden meegenomen (grondsoort, vochtigheid, etc.).
- e. Tenslotte worden insecten en andere ongewervelden verzameld volgens de aanwijzingen in IB-16. De verzameltechnieken worden verdeeld onder de groepen leerlingen. Met de insectenhevel kan iedereen werken.
- f. Tijdens de aquatische excursie worden ook watermonsters genomen op verschillende diepten en op verschillende afstanden van de oever teneinde de in het water aanwezige micro-organismen later te kunnen bestuderen.
- g. Vanzelfsprekend wordt voor de aquatische excursie een terrein uitgekozen met een niet te breed water; een sloot is voldoende. De lijn voor de 'floristische doorsnede' wordt dan dwars over de sloot uitgezet.
- h. Voor het onderzoeken van watermonsters op micro-organismen gaat men als volgt te werk:
 - meng 2 gram methylcellulose (400 p) met 45 ml kokend water en laat 20 minuten weken.
 - voeg 45 ml koud water toe en laat de oplossing afkoelen tot 10° C, de oplossing moet dan doorzichtig zijn en de viscositeit van honing hebben.
 - op een voorwerpglas brengt men een ringetje van deze oplossing aan dat onder een dekglas past.
 - in het ringetje brengt men met behulp van een pipet een druppel monster.
 - leg er een dekglas op; het methylcellulose remt de bewegingen van de organismen.
- i. Voor het ordenen en determineren van de zoetwaterorganismen wordt gebruik gemaakt van 'De Atlas voor zoetwaterorganismen' of andere determineerwerken.

De aangetroffen algen zijn aan te treffen in deel II van de Atlas. Men zoekt het preparaat regelmatig door (bij 100x beginnen en dan op 400x overgaan). Elke keer als men een nieuwe vorm vindt turft men die in de Atlas.

IB-16 Verzameltechnieken

A. Het vangen van insecten

a. De insectenhevel (zie figuur 16)

Hiermee kunnen kleine insecten en spinnen worden gevangen door ze op te zuigen.

Het mondstuk zit aan het eind van een plastic of rubber slangetje dat zo lang moet zijn dat de insecten opgezogen kunnen worden op een zodanige afstand van het gelaat dat de insecten gemakkelijk kunnen worden gezien. Het andere eind van het 'zuiggedeelte' is afgeschermd met fijn gaas (mouseline) dat er omheen gebonden is. Hierdoor kunnen geen insecten in de mond worden gezogen. Het andere glazen buisje wordt vlak bij het insect gehouden dat er dan in kan worden opgezogen.

a. Het handnet

Het net moet groter zijn dan een schepnet waarmee waterdieren worden gevangen en van licht en stevig materiaal zijn gemaakt (bijvoorbeeld nylongaas). Het net hoeft niet aan een lange stok te worden bevestigd; met een korte stok kan nauwkeuriger worden gewerkt. Wel moet het frame stevig zijn. Het net moet meer dan tweemaal langer zijn dan de diameter van het frame. Met een snelle beweging moet het insect in het net worden gevangen, waarna de stok een kwartslag moet worden gedraaid om ontsnappen onmogelijk te maken; de opening van het net is dan afgesloten.

Met behulp van de insectenhevel of met een open potje kan het gevangen insect nu uit het net worden gehaald.

- voor het vangen van insecten die zich in (bloeiend) gras (met een lengte van bijvoorbeeld 30 cm en meer) bevinden is het voldoende het net een aantal malen snel door het gras te bewegen, het met een draaibeweging af te sluiten en met de insectenhevel de insecten uit het net te halen. Daartoe moet het hoofd in het net worden gebracht. Is een groot insect gevangen dan kan het net het beste met de opening op de grond worden gelegd terwijl de andere kant wordt opgetild. Het insect zal dan in de meeste gevallen omhoog gaan en in het diepste deel van het net komen, wat het eruit halen zal vergemakkelijken.
- door met een open net tegen de onderkant van een struik of een boom te slaan kunnen onder andere insecten in het net vallen.

c. Laken en stok

Door tegen een struik of boom te kloppen laten insecten en andere geleedpotige dieren bij windstil weer los en vallen naar beneden. Indien er een vel wit papier of een wit laken onder de struik of boom wordt gelegd zijn de insecten gemakkelijk te zien en kunnen, bijvoorbeeld met de insectenhevel worden gevangen.

d. Plastic schalen

Door in het veld een aantal plastic ontwikkelschalen (ongeveer 25 x 40 cm) van verschillende kleur neer te zetten zullen insecten worden aangetrokken. Indien in de bakken een laagje water wordt gedaan waaraan wat vloeibare zeep (afwasmiddel is toegevoegd zullen de insecten in het water terecht komen en niet meer weg kunnen. Voorkeur voor een bepaalde kleur kan hiermee worden bepaald.

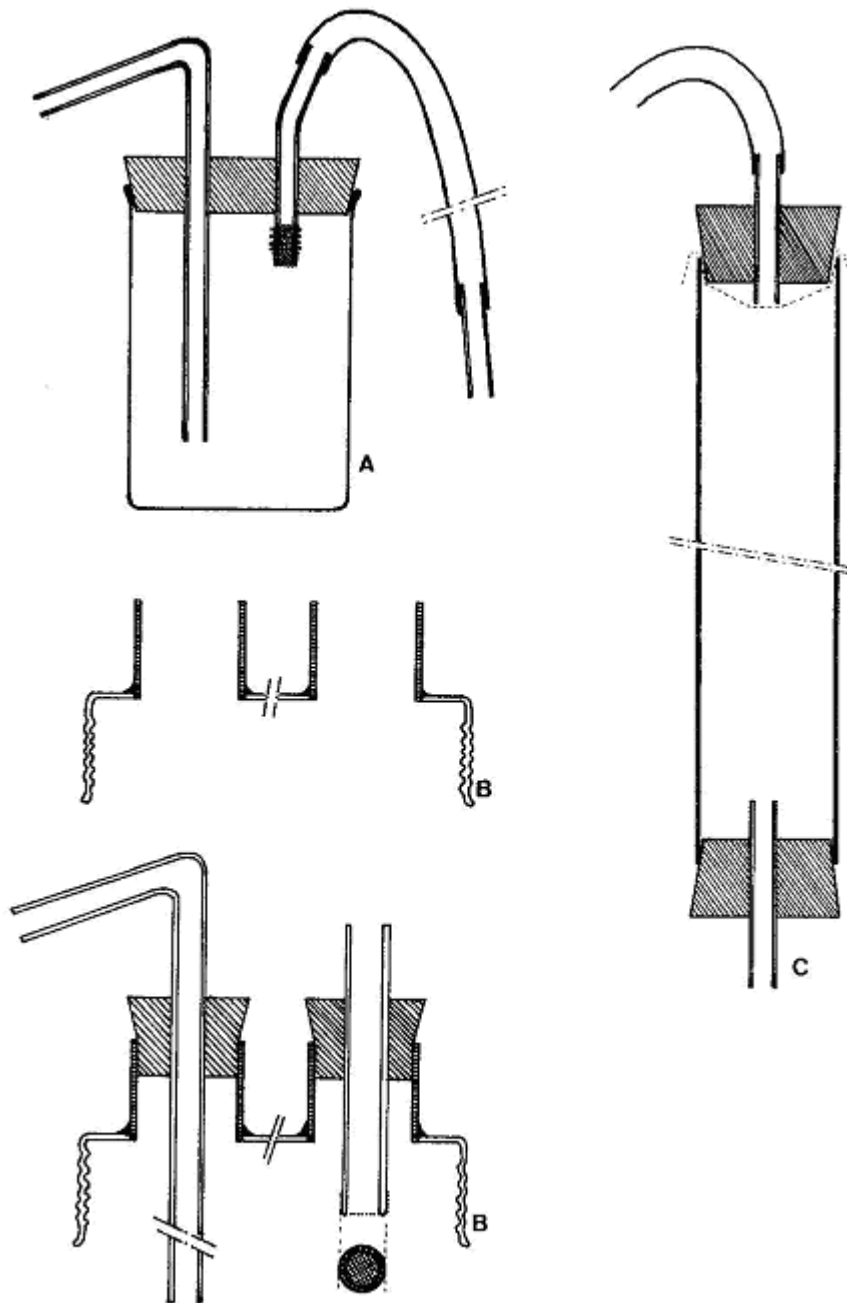


Fig. 16. Insectenhevel. A. Gemaakt van een glazen pot, glazen buis, kurk, fijn gaas en plastic slang.
 B. Gemaakt van een jampot. Schroefdeksel voorzien van 2 gaten van 18 mm; hierop twee messing buizen solderen, linker rubberstop voorzien van glazen buis, rechter rubberstop voorzien van koperen buis (11 mm), aan één zijde fijn gaas solderen en aan de andere zijde een plastic zuigstang,
 C. Soortgelijke uitvoering, gemaakt van een rechte plastic buis.

e. Kleefvallen

Als lokaas wordt gebruikt een mengsel van één deel melasse of zwarte stroop dat gekookt wordt met twee delen bruine suiker, waaraan nog wat verschaald bier is toegevoegd. Vlak voor het gebruik moeten er nog een paar druppels amylocetaat aan worden toegevoegd en het mengsel moet dan worden uitgesmeerd over lapjes of stukken stevig papier die kunnen worden opgehangen of neergelegd. Niet vergeten moet worden dat bomen met een wond of 'sappige' bomen vaak een groot aantal 'bezoekers' krijgen.

f. Vangblikken

Voor het vangen van kruipende of lopende insecten worden ingegraven potjes of blikken gebruikt. De rand van pot of blik moet op gelijke hoogte zijn met het bodemoppervlak. Eventueel kan in het blik of de pot een laagje methanal (formaline) 4% worden gedaan. De opening kan worden afgedekt door een platte steen te leggen op wat kleinere stenen die rond de rand van de pot zijn gelegd. Een deksel op een paar 'pootjes' voldoet ook goed.

De vangresultaten zijn afhankelijk van de luchtvochtigheid; bij vochtig weer betere vangresultaten.

g. De lichtval

's Nachts vliegende insecten worden aangetrokken door licht. Door een lamp te zetten op een vel wit papier of een laken dat voor de helft vertikaal is gebogen kunnen veel insecten worden gevangen. In het water levende insecten kunnen 's nachts worden gevangen met een lichtval zoals hieronder is afgebeeld.

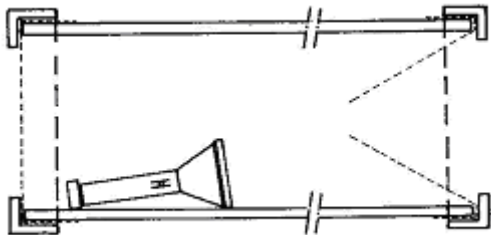


Fig. 17. Lichtval voor waterinsecten. Grote plastic buis (rioolbuis) aan één zijde voorzien van een deksel met fijn gaas, aan de andere zijde van een trechter van gaas. In de val bevindt zich een 'waterproof' zaklantaarn.

Indien geen 'water-proof' zaklantaarn voorhanden is kan een gewone lantaarn in een afgesloten glazen pot of plastic zak worden gelegd. De glazen pot komt dan in de plaats van de in de tekening aangegeven lantaarn.

B. Het vangen van andere ongewervelden

Andere ongewervelde dieren dan insecten kunnen eveneens worden gevangen met de onder A genoemde apparaten. Enkele andere methoden zijn:

- uitdrijven van wormen door 0,5% methanal (formaline) of 0,2% kaliumpermanganaatoplossing op een van vegetatie vrijgemaakt stukje grond te gieten.
- uitdrijven van wespen, bijen en andere insecten met rook.
- uitdrijven van nematoden uit een bodemmonster met warm water (Baermann-trechter).

- uitdrijven van arthropoden uit een bodemmonster met warmte en droogte (Tullgren-trechter)

In het algemeen kan men bodemmonsters het beste in water brengen. De organismen komen dan vanzelf naar boven drijven.

C. Het vangen van gewervelden

Voor het vangen van kleine gewervelde dieren zijn naast de vangblikken een aantal vallen te gebruiken die men het beste kant en klaar kan kopen. De dieren worden hierin levend gevangen.

D. Het verzamelen van waterplanten en waterdieren

In het algemeen wordt een onderscheid gemaakt in;

- vrijzwemmende dieren
 - vangen met schepnet of grote (keuken)zeef aan een steel.
- op en tussen waterplanten levende dieren
 - met een hark de waterplanten snel naar de oever halen en direct in een emmer doen.
 - steeds plukjes planten uitschudden in een laagje water in een witte (goed onderscheid!) lage plastic bak (ontwikkelbakje)
 - planten apart bewaren en meenemen in plastic zakken.
- op en in de bodem levende dieren
 - schepnet en zeef zijn ook hier geschikt.

N.B. Planktonmonsters kunnen op verschillende hoogte worden genomen met een flesje waar de stop op de gewenste diepte wordt uitgetrokken.

E. Enkele algemene opmerkingen van belang bij de bestudering

- De bewegingen van eencelligen zijn te vertragen door ze op een objectglas te brengen in een 2% methylcellulose oplossing.
- Insecten zijn tot bedaren te brengen door ze in een horlogeglas te leggen en er wat spuitwater op te spuiten.

1B-17 A. De voornaamste kenmerken van enkele groepen insecten

Lichaam	in drie stukken verdeeld
Kop	2 sprieten, 2 facetogen
Borststuk	6 poten
Achterlijf	2 hoornachtige dekschilden met eronder 2 vliezige vleugels

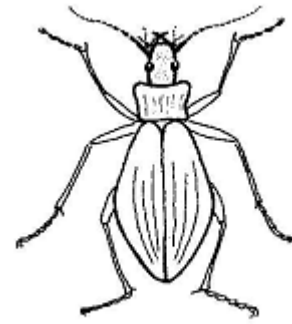


Fig. 18 Kevers

KEVERS

Lichaam	Breed of lang-ovale vormig, afgeplat
Sprieten	Middelgroot
Dekschilden	Leerachtig, aan uiteinden vliezig

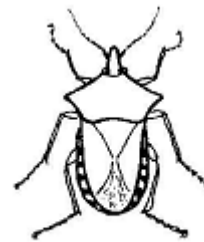


Fig. 19 Wants

WANTSEN

Lichaam	Gestroomlijnd, meestal kleiner dan 1 cm
Kop	Breed met korte sprieten; dicht tegen het borststuk
Voorvleugels	Liggen dakpansgewijs over het achterlijf Goede springer

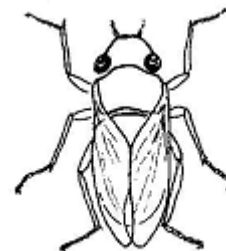


Fig. 20 Cicade

CICADEN

Lichaam	Zijdelings samengedrukt
Kop	2 grote ogen, bijtende monddelen
Vleugels	Dakpansgewijs boven achterlijf
Achterlijf	Wijfjes met lange omhoog gebogen legboor 3 ^e paar poten, lang met krachtige dijen

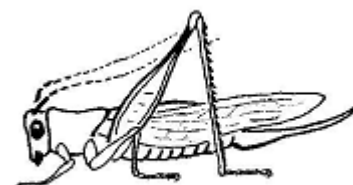


Fig. 21 Sprinkhaan

SPRINKHANEN

Lichaam	Rolrond
Kop	Dik en stomp met lange sprieten
Voorvleugels	Donkerbruin, duidelijk geaderd horizontaal op achterlijf liggend
Achterlijf	2 dunne spiesjes, wrijfjes met lange rechte legboor

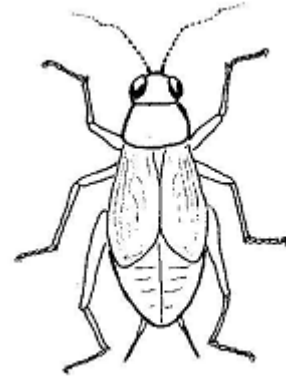


Fig. 22 Krekel

KREKELS

Lichaam	Sierlijk, ca 1 cm
Sprieten	Knievormig gebogen
Achterlijf	Eivormig
Poten	Lang taille tussen borststuk en achterlijf

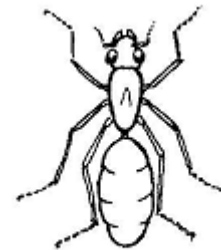


Fig. 23 Mier

MIEREN

Lichaam	Zwak – middelmatig behaard, met taille
Kop	Groot, beweeglijk
Vleugels	4 doorzichtig, vliezig in rust op of naast het achterlijf



Fig. 24 Bij

BIJEN en WESPEN

Lichaam	Plomp, donker behaard, lichte dwarsbanden
Achterlijf	Verbredend en afgerond
Kop	Smaller dan borststuk
Vleugels	4, vliezig



fig. 25 Hommel

HOMMELS

Lichaam	Gedrongen, zwak behaard eivormig achterlijf
Kop	Half bolvormig, 2 grote ogen
Sprietten	Kort
Vleugels	2 vliezig 2 kolfjes of halters in plaats van achtervleugels



fig. 26 Vlieg

VLIEGEN en MUGGEN

Lichaam	Zeer slank en teer
Kop	Klein
Achterlijf	2-3 lange draadvormige aanhangsels
Vleugels	2 grote vliezige voorvleugels 2 kleine vliezige achtervleugels dicht geaderd, in rust over de rug samengeklapt

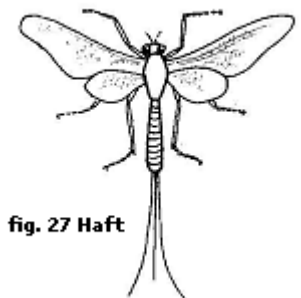


fig. 27 Haft

HAFTEN of EEN-DAGSVLIEGEN

Lichaam	Slank en behaard
Kop	2 grote ogen
Sprietten	Middelgroot
Vleugels	4 , grote vleugels, met schubben bedekt, zijdelings uitgeklaapt of in rust naar boven of als een dak over het achterlijf geklaapt

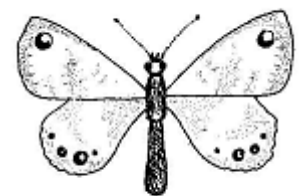


fig. 28 Vlinder

VLINDERS

Lichaam	Slank, staafvormig, middelgroot
Kop	2 grote halfbolvormige ogen
Vleugels	4, netvormig, knotsvormig, geaderd, in rust zijdelings uitgespreid of opgericht

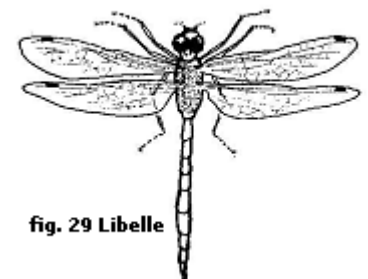


fig. 29 Libelle

LIBELLEN

- B. Determineersleutel voor het bepalen van enkele orden der insecten
2. Vleugels of resten daarvan ontbreken 2
 Vleugels duidelijk aanwezig 8
 3. Aan het einde van het achterlijf bevinden zich 2 of 3 staarten, terwijl aan de buik een aantal stiften zitten
 Orde: **Thysanura/Franjestaarten**
 Aan het einde van het achterlijf geen staarten, maar een springvork waarmee de dieren kunnen springen
 Orde: **Collembola/Springstaarten**
 Geen staarten of springvork 3
 4. Monddelen zuigend of stekend (parasieten) 4
 Monddelen bijtend 6
 5. Lichaam zijdelings samengedrukt, achterpoten met dikke dijen (springpoten)
 Orde: **Siphonaptera/Vlooien**
 Lichaam plat of rond
 6. Lichaam plat, poten met klauwen
 Orde: **Anoplura/Luizen**
 Lichaam rond, op de rug staan twee buisjes
 Orde: **Hemiptera/Bladluizen** (zie ook 8)
 7. Luisachtige dieren, op vogels en zoogdieren levend
 Orde: **Mallophaga/Pelsvreters**
 Vrij levende, niet parasitaire insecten 7
 8. Achterlijf met een steel aan het borststuk vast, kleur zwart of rood
 Orde: **Hymenoptera/Mieren** (zie ook 18)
 Achterlijf niet gesteeld, kleine witachtige dieren
 Orde: **Panoptera/Stofluizen**
 9. Monddelen vormen een gelede, tasterloze zuigsnuit
 Orde: **Hemiptera/Snavelinsecten**
 Monddelen anders 9
 10. Vier vleugels 10
 Twee vleugels, achtervleugels vervangen door vliegkolfjes
 Orde: **Diptera/Muggen en vliegen**
 11. Achtervleugels in rust waaiervormig opgevouwen onder de lederachtige voorvleugels en groter dan deze. Vaak met springpoten
 Orde: **Orthoptera/Rechtvleugeligen**
 Achtervleugels niet aldus opgevouwen en nooit groter dan de voorvleugels 11
 12. Voorvleugels hard, als dekschilden de achtervleugels bedekkend
 Orde: **Coleoptera/Kevers**
 Voorvleugels niet hard, maar vliezig 12
 13. Vleugels langs randen of geheel met haren en schubben bedekt 13
 Vleugels kaal 14
 14. Vleugels smal, langs de randen staan haren. Kleine dieren, die aan planten zuigen. Poten aan het einde met blazen
 Orde: **Thysanoptera/Blaaspotigen**
 Vleugels bedekt met schubben, zuiger spiraalvormig oprolbaar
 Orde: **Lepidoptera/Vlinders**
 Vleugels min of meer behaard, in rust dakvormig opgevouwen. Monddelen niet erg ontwikkeld, larven in het water levend als kokerjuffers
 Orde: **Trichoptera/Schietmotten**

15. Achterlijf met korte of lange staarten (cerci) aan het einde	15
Achterlijf zonder cerci, hoogstens een onparige legboor aanwezig	18
16. Sprieten klein, niet uitstekend	16
Sprieten lang, ver uitstekend	17
17. Kaken krachtig, cerci kort, vleugels onderling gelijk	
Orde: Odonata/Libellen	
Kaken onduidelijk, cerci lang. Achtervleugels kleiner dan de voorvleugels, soms ontbrekend	
Orde: Ephemeroptera/Haften	
18. Voet(tars) drie of tweeledig. Achtervleugels meestal iets breder dan de voorvleugels. Vleugels in rust plat over het achterlijf	
Orde: Plecoptera/Oevervliegen	
19. Voor- en achtervleugels gelijkvormig	19
Achtervleugels kleiner dan de voorvleugels	
Orde: Hymenoptera/Vliesvleugeligen , Bijen, wespen, hommels en mieren	
20. Vleugels netvormig geaderd. Achterlijf bij het mannetje met zeer duidelijk copulatieorganen. Kop opvallend verlengd. Vleugels in rust vlak	
Orde: Panoptera/Schorpioenvliegen	
Vleugels netvormig geaderd, in rust dakvormig, kop niet verlengd	
Orde: Neuroptera/Netvleugeligen	

IB-18 De bepaling van de soortenrijkdom en de dichtheid behulp van kwadranten

De soortenrijkdom aan planten is in een bepaald gebied — een stuk bouwgrond of een weiland — eenvoudig te bepalen door gebruik te maken van kwadranten van ijzerdraad. Behalve met de soortenrijkdom kan eveneens worden kennis gemaakt met de in het uitgekozen terrein voorkomende soorten.

Tevens wordt de techniek van het bepalen van de optimale kwadrantgrootte beoefend. Neem de werkbladen van IB-18 over in uw schrift.

A. Welke soorten komen in het terrein voor:

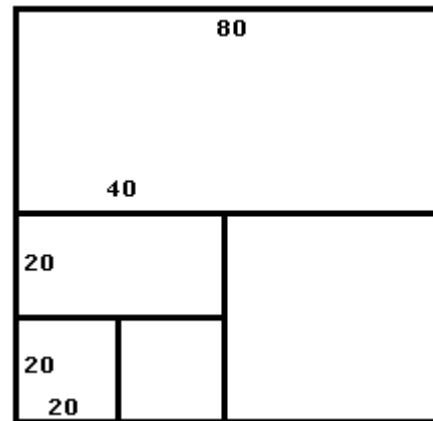
Door van elke in het uitgekozen terrein voorkomende soort een korte karakterschets te geven, bestaande uit de meest opvallende kenmerken, kunnen deze soorten bij het bepalen van de dichtheid snel worden herkend.

- Vul op het werkblad van uw schrift de namen in en vermeld daar achter de meest opvallende kenmerken.

B. De bepaling van de optimale kwadrantgrootte:

Teneinde kwantitatieve opnamen te verrichten wordt gebruik gemaakt van een aantal kwadranten van oplopende grootte. Om de optimale grootte te bepalen wordt als volgt te werk gegaan:

- Leg op een willekeurige plaats in het terrein het kleinste kwadrant op de grond en bepaal het aantal verschillende soorten dat in het kwadrant voorkomt; vul dit aantal op het werkblad in.
- Leg nu de volgende grootte hier overheen op de manier zoals dit in de tekening is aangegeven en stel weer het aantal verschillende soorten vast.
- Herhaal de vorige handeling met steeds grotere kwadranten en tel telkens het aantal soorten planten dat binnen het kwadrant voorkomt.
- Voer de bovenstaande handelingen nog twee keer uit op willekeurig gekozen plaatsen in het terrein en bepaal de gemiddelden (zie werkblad).
- Zet de verkregen gemiddelden uit in het diagram (zie werkblad).
- De plaats waar de grafiek horizontaal begint te lopen geeft de te gebruiken kwadrantgrootte aan.



C. De soortenrijkdom:

Niet alleen werd bepaald welke kwadrantgrootte optimaal in het uitgekozen terrein is te gebruiken, maar tevens werd vastgesteld hoeveel verschillende soorten in het uitgekozen terrein voorkomen.

- Vul het aantal soorten op het werkblad in.

D. De dichtheid:

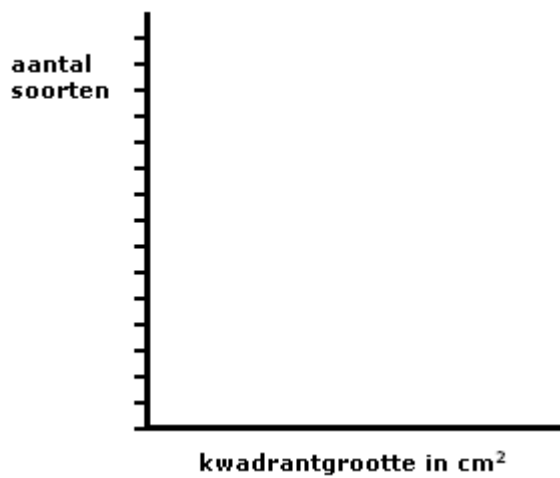
Door nu het kwadrant met de optimale grootte op een aantal (willekeurig gekozen) plaatsen neer te leggen en het aantal individuen per soort binnen het kwadrant te tellen kan de dichtheid worden bepaald.

- Gooi het kwadrant met de optimale grootte enige afstand van u weg, zodat het op een willekeurige plaats terecht komt.
Tel per soort het aantal voorkomende individuen en vermeld dit aantal in de daarvoor bestemde kolom op het werkblad.
- Herhaal deze waarnemingen een aantal malen en bereken het gemiddelde.
- Stel het totaal aantal getelde planten op 100% en bereken dan het percentage per soort.
- Vermeld in de daarvoor bestemde kolom op het werkblad de namen van de in het uitgekozen terrein voorkomende soorten en geef met een dikke streep aan hoe groot het percentage is: de streep loopt horizontaal van 0% naar het gevonden percentage.

WERKBLAD 2

B. bepaling van de optimale kwadrantgrootte:

kwadrant	aantal soorten			gem
	1	2	3	
20x20				
20x40				
40x40				
40x80				
80x80				



De te gebruiken kwadrantgrootte is:

C. de soortenrijkdom:

In het bezochte terrein komen verschillende soorten voor.

IB-19 Bouw en werking van de microscoop

A. De microscoop

Bekijk aan de hand van figuur 30 de microscoop.

Met behulp van de twee lenzenstelsels, **oculair** en **objectief**, wordt de vergroting bereikt.

De totale vergroting van het voorwerp wordt weergegeven door het product van de vergrotingen van oculair en objectief. Meestal behoren bij een microscoop twee objectieven (10x en 40x) en twee oculairen (5x en 10x). De sterke objectieven zijn langer dan de zwakke; bij de oculairen is het net andersom. Door het op en neer draaien van de **tubus** met behulp van de **instelschroef**, wordt de juiste afstand tussen de frontlens van het objectief en het preparaat ingesteld om zo een zo scherp mogelijk beeld te verkrijgen. Onder de **voorwerptafel** zit bij eenvoudige microscopen een schijf met een aantal gaten van ongelijke grootte. Door deze schijf te draaien kan men de hoeveelheid licht veranderen. Bij minder eenvoudige microscopen doet men dit met behulp van een **diafragma**.

Het **statief** is ten opzichte van de **voet** schuin naar achteren te zetten. Aangezien de meeste preparaten in water worden bekeken is het niet gewenst de tafel schuin te zetten, omdat het water dan van het voorwerpglas afloopt.

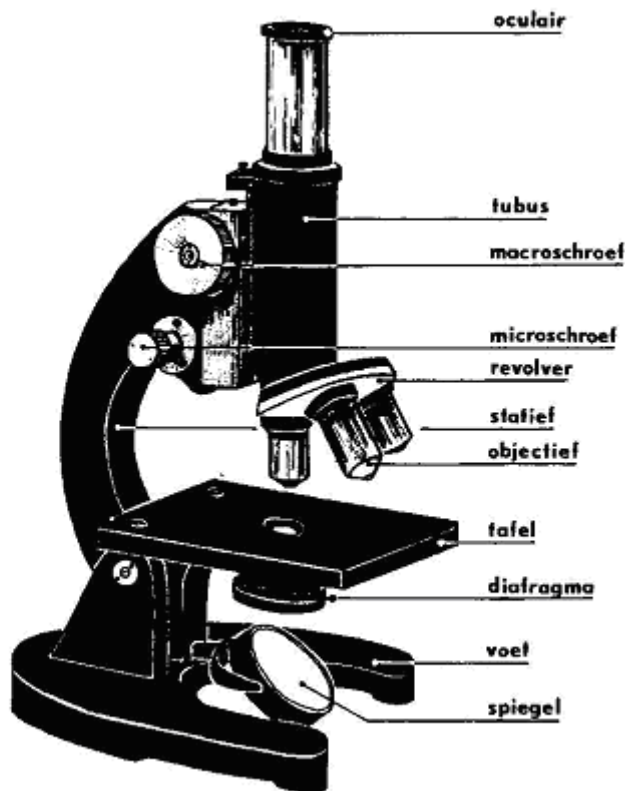


fig. 30 Leerlingen microscoop.

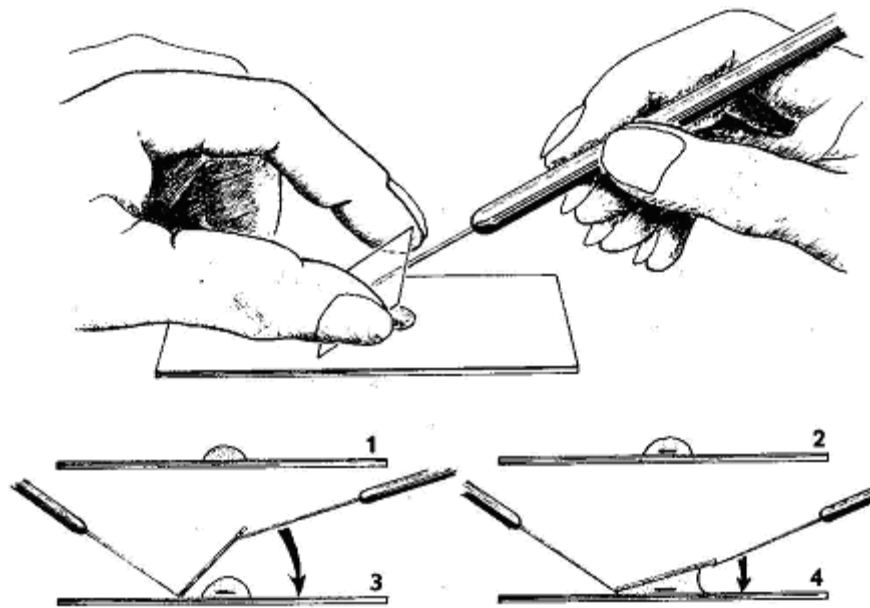


Fig. 31. Het opbrengen van een dekglas.

B. Het maken van een preparaat

- Maak voorzichtig een **voorwerpglas/objectglas** en een **dekglasje** schoon. Elke verontreiniging wordt ook vergroot! Dekglasje in een doek tussen slechts **twee** vingers van dezelfde hand schoon wrijven.
- Breng één druppel water in het midden op het voorwerpglas.
- Leg het te onderzoeken voorwerp of **preparaat** met behulp van een pincet of penseel op het voorwerpglas in het druppeltje water.
- Breng het dekglasje aan op de manier zoals in figuur 31 is aangegeven. De **prepareernaald** moet langzaam omlaag worden gebracht om te voorkomen dat er luchtballen in het water rond het preparaat ontstaan.
- Overtollig water kan eventueel met wat filtreerpapier worden weggenomen.
- Druk het dekglas beslist **niet** aan: preparaat en dekglas kunnen dan breken.

C. Het werken met de microscoop

Maak er een gewoonte van de onderstaande punten in de juiste volgorde af te werken om beschadiging aan de microscoop te voorkomen.

- Draai de tubus enkele centimeters omhoog en breng de beide objectieven in de revolverkop onder aan de tubus aan.
- Begin met het oculair 5x te nemen en het objectief 10x voor te draaien.
- Kies de grootste hoeveelheid licht.
- Plaats het objectglasje met preparaat op de microscopetafel onder de klemmen, die op de tafel zijn bevestigd.
- Draai de tubus nu naar beneden tot een millimeter boven het dekglasje. **Hierbij niet door de microscoop kijken, maar opzij van de microscoop naar het dalende objectief kijken en er op letten dat het objectief niet te ver wordt doorgedraaid, zodat het het dekglas zou kunnen raken, waardoor het dekglas wordt gebroken en de lens beschadigd.**

- Kijk nu door de microscoop. Houd het andere oog, waarmee niet door de microscoop wordt gekeken, gewoon open!
- Draai voorzichtig en langzaam de instelschroef naar u toe, en dus de tubus naar boven, tot het beeld zo scherp mogelijk is.
- Door nu de schrijf onder de tafel te draaien kunt u een zo gunstig mogelijke hoeveelheid licht door het object laten vallen.
- Vervang, wanneer de vergroting niet sterk genoeg is, eerst het objectief 10x door het objectief 40X. Daartoe draait u de revolverkop onder de tubus tot het gewenste objectief voor komt, **zonder daarbij de instelling van de microscoop te veranderen**. Vervolgens heel **voorzichtig** met de instelschroef, indien nodig, de scherpte van het beeld bijregelen.
- Voor nog sterkere vergroting wordt het oculair 5x vervangen door het oculair 10x.
- Wanneer u het voorwerpglas met het preparaat van de tafel wilt wegnemen, **draait u eerst de tubus weer omhoog**.

Nooit met vingers of vuile zakdoeken aan de lenzen komen!

Voor het schoonmaken van de lenzen zijn speciale doekjes in de handel. Houd de microscoop schoon en droog.

D. Met de microscoop leren werken

De vergrotingen die meestal bereikt kunnen worden met de schoolmicroscoop zijn:

oculair	objectief	vergroting
5	10	50X x
10	10	100x
5	40	200x
10	40	400x

Afmetingen: 1 μm = 1 micron = 10^{-6} m
 1 nm = 1 nanometer = 10^{-9} m

Oudere, thans minder gebruikelijke maten zijn:

1 m μ = 1 millimicron = 1 nm
 1 Å = 1 Ångstrom = 0,1 nm

met het blote oog zijn nog details van 0,1 mm te zien.

Met de microscoop zijn nog details te zien van 0,2 m

Met de elektronenmicroscoop zijn nog details te zien van 0,2 nm

Vergelijkbare grootten:

muis	ongeveer 0,1 m	lengte chromosoom	ongeveer 1 μm
oog van fruitvliegje	ongeveer 1 mm	virus	ongeveer 0,01 μm
menselijke eicel	ongeveer 0,1 mm	eiwitmolecuul	ongeveer 5 nm
rode bloedcel	ongeveer 0,007 mm	watermolecuul	ongeveer 0,1 nm

Oefeningen:

Welk beeld geeft de microscoop te zien?

- Knip uit figuur 32 de letter F, P of R. Het stukje uitgeknipt papier mag niet groter zijn dan 3 mm in het vierkant.
- Leg het stukje papier met de letter naar boven op een objectglaasje. Laat er met behulp van de pipet een druppel water op vallen en sluit het preparaat af met een dekglasje.

- Leg het preparaat op de microscooptafel en teken de letter na in de positie, zoals die met het blote oog te zien is.
- Stel nu de microscoop in (vergroting 50x) en teken de positie van de letter zoals deze nu door de microscoop te zien is.
- Kijk door de tubus naar het microscopisch beeld en schuif tegelijkertijd het objectglas langzaam naar links. Wat lijkt er nu met het object te gebeuren?
- Schuif vervolgens het object van u af. Wat gebeurt er nu met het beeld?
- Zorg ervoor dat de letter in het midden van het beeld past en bekijk het object nu bij verschillende lichtsterkten (hiertoe de diafragma-schijf telkens één klik verdraaien). Noteer bij welke belichting de meeste details te zien zijn.
- Zorg ervoor dat de letter in het midden van het beeld past en bekijk het object nu ook bij de vergrotingen 100x, 200x en 400x.

Vragen:

1. Verandert de positie van het beeld bij het overschakelen van zwakke naar sterkere vergroting?
2. Verandert de lichtsterkte bij het overschakelen naar een sterkere vergroting?

Hoe groot is het zichtbare beeld?

- Knip de stippen uit figuur 32 zodanig uit dat er steeds 3 of 4 bij elkaar op een stukje papier blijven.
- Maak van de zo verkregen stukjes papier natte preparaten.
- Stel de microscoop in op 50x en ga na welke stip zo goed mogelijk het microscopisch beeld vult. Zo nodig grotere stippen gebruiken, totdat de juiste is gevonden. Noteer nu welke diameter het beeld heeft in mm.
- Herhaal voorgaande handeling ook met de vergrotingen 100x, 200x en 400x. Noteer ook nu, voor iedere vergroting afzonderlijk, de diameter van het beeld in mm.
- Maak een preparaat van een haar en bereken de diameter van dit haar bij alle vergrotingen. Welke uitkomst geeft dit?
- Maak een preparaat van twee haren welke over elkaar heen worden gelegd. Bekijk bij alle vergrotingen. Is te zien welk haar boven ligt?

IB-20 A. Vrijlevende cellen: Boomalgen

Geschikt materiaal om kennis te maken met het gebruik van een microscoop en tegelijk met plantencellen vindt men in de aanslag tegen bomen, schuttingen en vochtige muren. Deze groene aanslag bestaat uit verschillende soorten groenwieren, terwijl er ook wel kleine schimmeldraadjes tussen te vinden zijn. In hoofdzaak vindt men *Protococcus* (= *Pleurococcus*) welke soort hoort tot de orde der *Chlorococcales* (= *Protococcales*). Omdat de celgroepjes ook wel eens draadvormig zijn wordt *Protococcus* ook wel eens ingedeeld bij de *Ulotrichales*.

Opdracht 1:

- Krab wat van de groene aanslag van een stukje boomschors af.
- Breng dit schraapsel in een horlogeglas met een beetje water en verdeel het in het water tot dit een beetje groenachtig wordt.
- Zuig met een pasteurse pipet een beetje van het mengsel op en breng hiervan een druppel op een objectglas. Verwijder eventueel aanwezige stukjes schors.
- Laat voorzichtig een dekglas op de druppel zakken. Kijk of er luchtbelletjes onder het dekglas zitten. Als dit het geval is, til dan met een prepareernaald het dekglas aan één kant op en laat het langzaam weer zakken.

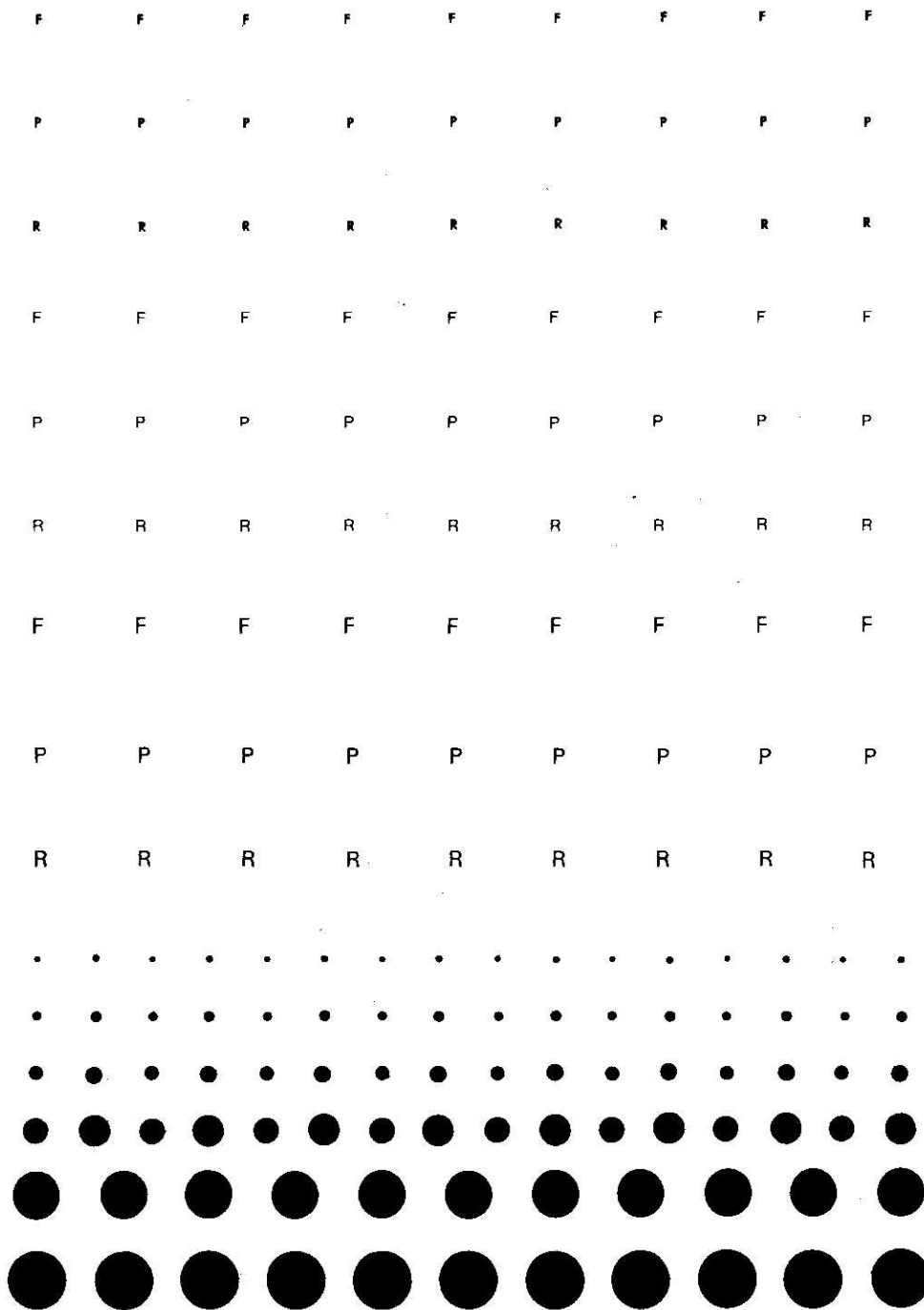


Fig. 32. Letters en stippen behorend bij de oefeningen van IB-19.

Fig. 32. Letters en stippen behorend bij de oefeningen van IB-19.

- Indien er water naast het dekglas op het objectglas ligt, verwijder dit dan met een stukje filtreerpapier. Indien de ruimte onder het dekglas niet helemaal met water gevuld is, voeg dan nog wat water toe.
- Droog het objectglas aan de onderkant goed af.
- Maak de microscoop klaar met de kleinste vergroting en stel scherp. Zoek een eencellig wiertje en schuif zo met het preparaat dat het betreffende plantje in het midden van het beeldveld komt te liggen. Neem dan een grotere vergroting; stel indien nodig opnieuw scherp in.
- Het opzoeken van een geschikt wiertje gebeurt steeds met een kleine vergroting; het tekenwerk wordt gemaakt met behulp van een zo groot mogelijke vergroting.

Opdracht 2: Teken een eencellig wiertje. Geef aan: celwand, chlorofylkorrels, kern (indien gevonden). De celwand heeft een duidelijk waarneembare dikte. Geef deze aan door de wand met twee lijnen weer te geven.

Opdracht 3: Zoek verschillende delingsstadia en teken ze.

Opdracht 4: Zoek een schimmeldraadje en teken het in de juiste verhouding ten opzichte van de getekende wiertjes.

Opmerking: Men zou het samen voorkomen van schimmels en algen als een eerste begin van symbiose kunnen opvatten. Bij de korstmossen is deze samenleving verder ontwikkeld.

B. Eencellige dieren

De eencellige dieren of Protozoa kan men globaal als volgt onderverdelen:

- Zoöflagellata:** met één of meer lange zweepdraden
- Rhizopoda:** met pseudopodiën
- Ciliata:** met talrijke korte trilharen
- Sporozoa** zonder duidelijke structuur, meestal parasitair.

Voor een uitgebreide systematische studie der Protozoa zal men ter verkrijging van zeldzame of sterk gespecialiseerde soorten, in het veld monsters moeten verzamelen. Ter bestudering van één of enkele soorten kan men het beste een kweek inzetten volgens onderstaand recept.

Kweekwijze:

Onderstaand recept voor een zogenaamd hooi-infuus is met name geschikt voor de kweek van de ciliaat Paramecium (pantoffeldiertje).

Een bekerglas met hooi vult men voor de helft met water. Hierna voegt men er aan toe:

- wat vijverwater (eendenvijver) of ander voedselrijk oppervlaktewater (eerst centrifugeren en microscopisch controleren of er Paramecium in zit).
- per 100 ml kweekwater: 0,02 gram $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 0,04 gram K_2HPO_4 .

Men dekt het bekerglas met een glasplaat af en plaatst het op een lichte plaats, waarbij enig direct zonlicht geen kwaad kan. De temperatuur van de kweek dient tussen 22 en 28° C te liggen. Wanneer na één tot twee dagen de kweek de kleur van thee heeft, kan men, vooral aan de vloeistofoppervlakte en op de bodem, vele soorten bacteriën en Protozoa sterk opgehoopt aantreffen. In feite bevat het bekerglas nu een voedselweb: het in ontbinding zijnde hooi levert de voedingsstoffen voor de bacteriën waarmee de Protozoa zich voeden.

- Opdracht 5:** Vervaardig, met gebruikmaking van de aanwijzingen uit IB-15 microscopische preparaten van enkele druppels zowel onder als boven uit de kweek.
- Determineer de soorten met behulp van de 'Atlas voor zoetwaterorganismen' en teken ze.

IB-21 Inleiding celleer

Het is niet verwonderlijk dat, toen ontdekker Robert Hooke in 1667 zijn primitieve zelfgebouwde microscoop op een stukje flessenkurk richtte, hij de door hem waargenomen dikwandige gaatjes 'cellen' noemde. Het woord 'cel' heeft ook heden ten dage nog de betekenis van een door zware wanden omsloten kluis-achtige ruimte. Wel verwonderlijk is het dat, nu na 300 jaar onderzoek ons begrip 'cel' veel meer 'inhoud' heeft gekregen, de oorspronkelijke naam nog steeds gebruikt wordt, en dat menig auteur of docent levende cellen bij zijn lezers respectievelijk leerlingen introduceert als 'kleine hokjes'.

Het onderdeel van de biologie, waarin men zich met de studie van cellen bezig houdt, noemt men de **celleer** of **cytologie**.

Gebleken is dat organismen een cellulaire structuur hebben, dat wil zeggen uit cellen zijn opgebouwd.

De levende cel is de kleinste morfologische eenheid in een organisme die zelfstandig nog de voor het verschijnsel leven kenmerkende activiteiten (zoals voeding, groei en reproductie) vertoont.

De lengte van levende cellen ligt tussen 1 μm (sommige bacteriën) en ca. 1 meter (zenuwcellen bij sommige vertebraten) met een gemiddelde van 20-200 μm . De vorm is zeer variabel en afhankelijk van de functie binnen het organisme. Zoals ieder meercellig organisme is opgebouwd uit **organen** (hart, lever, oog, stengel, wortel, blad), zo bezit ook iedere cel in vorm en functie gespecialiseerde structuren, de **organellen**.

De belangrijkste hulpmiddelen en technieken waarvan cytologen gebruik maken zijn:

a. de lichtmicroscoop

Het vergrootte beeld wordt gevormd door **zichtbare stralen** uit het spectrum.

Sterker vergroten dan tot ca. 2000x is zinloos, omdat het zogenaamd **oplossend vermogen** (dit is het vermogen om punten die gescheiden **zijn**, gescheiden **af te beelden**) bij dit type microscoop maximaal 1 μm bedraagt, dat wil zeggen 2 punten op 1 μm afstand van elkaar kunnen nog juist afzonderlijk worden afgebeeld.

b. de elektronenmicroscoop

Hiermee zijn vergrotingen tot ca. 1.000.000x mogelijk, alsmede een oplossend vermogen tot 0,2 nm (1 nm = 10^{-9} meter) mogelijk.

Men bestudeert altijd **dood** materiaal, dat — terwille van de elektronenbundels welke de beeldvorming tot stand brengen — in een vacuüm verkeert. Contrast verkrijgt men door op de plaats van de structuren in het preparaat zware metalen af te zetten of het preparaat plaatselijk met een dun laagje zwaar metaal te overdekken.

De metaaldeeltjes houden de elektronen tegen.

c. Celfractionering

Door het verbrijzelen van cellen verkrijgt men een **homogenaat** (ook genoemd celvrij medium). Dit is een brei waarin alle celorganellen min of meer onafhankelijk van elkaar zweven. Uit dit homogenaat kan men, door centrifugeren bij een bepaald toerental gedurende een bepaalde tijdsduur, fracties neerslaan waarin de deeltjes alle ongeveer dezelfde massa hebben.

d. Kleurtechnieken

Celorganellen nemen kleurstoffen in zeer verschillende mate op.

Hiervan wordt gebruik gemaakt bij het aanbrengen van contrasten in cellen welke lichtmicroscopisch bestudeerd gaan worden, alsmede bij het lokaliseren van organellen of stoffen in een cel.

DE CELSTRUCTUREN EN HUN FUNCTIE

A. Lichtmicroscopisch waarneembaar zijn de volgende organellen (zie fig.33 en 34).

a. Het **plasma lemma**, de membraan die de cel van de buitenwereld afgrenst. Bij **dieren** is dit plasmalemma in principe aan de buitenzijde onbedekt en heet **celmembraan**.

Bij **planten** is de cel bovendien meestal omgeven door een **celwand**, een product van het cytoplasma (zie A-b) dat buiten het plasmalemma wordt afgezet.

Deze celwand bestaat van buiten naar binnen uit:

- een **middenlamel** van **pectine**. De middenlamel van twee tegen elkaar liggende wanden van aangrenzende cellen is gemeenschappelijk.
- een **primaire wand**: een laag kris-kras liggende **cellulosefibrillen** met pectine er tussenin.
- een **secundaire wand**: meer lagen parallel gerangschikte cellulosefibrillen. Hier tussenin kunnen zich stoffen bevinden als **houtstof** (lignine), **kurkstof** (suberine) en kiezelzuur. Beide laatste zijn waterdoorlaatbaar.
- een **tertiaire wand**.

Bij planten vindt het vervoer van stoffen tussen 2 aangrenzende cellen plaats door **stippels**; in elkaars verlengde liggende doorboringen van beide celwanden tot op de primaire celwand (zie A-b).

De functie van het plasmalemma is het regelen van de opname en afgifte van in water opgeloste ionen en moleculen door de cel.

b. het **cytoplasma**, de geleïachtige, korrelige substantie waarin zich alle organellen bevinden, bestaat voor 60 tot 90% uit water en voor de rest uit proteïnen, vetten, koolhydraten, nucleïnezuren en anorganische stoffen. Deze droge stof is deels opgelost, deels colloïdaal in het water aanwezig. Het cytoplasma vult bij dierlijke en jonge plantaardige cellen het grootste gedeelte van het celvolume; bij oudere plantencellen is het **wandstandig**: het bevindt zich als een laag tegen de celwand. Nog onverklaard is de **plasmastroming**: het cytoplasma stroomt met de zich erin bevindende organellen soms vrij snel langs de celwand.

Door poriën in de primaire celwand tussen 2 stippels lopen plasmastrengen welke het cytoplasma van twee aan elkaar grenzende cellen verbinden. Deze strengen noemt men **plasmodesmen** (ook: plasmodesmata). Bij dikkere celwanden zijn deze poriën geconcentreerd in de primaire wanden van de stippels.

c. de **vacuole**. Bij embryonale plantaardige cellen bevat het cytoplasma kleine met vocht gevulde blaasjes. Deze blaasjes vergroten zich tijdens de jeugd-stadia van de cel en heten dan **vacuolen**. De inhoud ervan, die tijdens het vergroten het blaasje volledig blijft vullen, bestaat uit een waterige oplossing van organische stoffen (koolhydraten, zouten, kleurstoffen, looistoffen) en anorganische ionen. Deze inhoud noemt men **vacuolevocht** (wordt ook wel celvocht genoemd). Bij volwassen plantencellen zijn de kleinere vacuoles samengevloeid tot één **centrale vacuole**, welke omgeven is door het wandstandig cytoplasma en tot 90% van het celvolume kan innemen. De membraan die plasma en vacuole van elkaar scheidt heet: **tonoplast**. De betekenis van de vacuole voor de stevigheid en het transport in de plant wordt later uitvoerig behandeld.

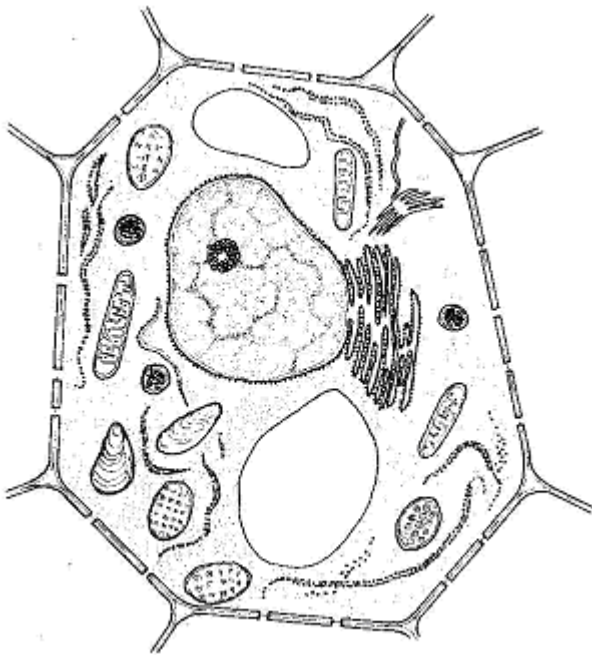
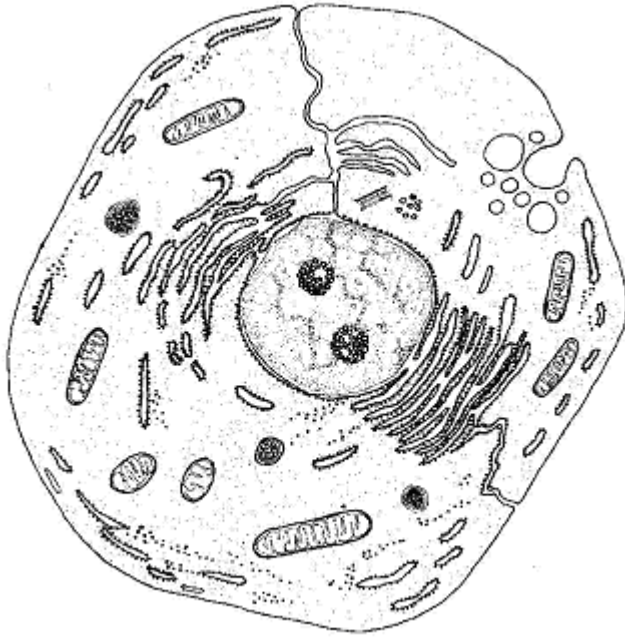


Fig. 33. Dierlijke en plantaardige cel.

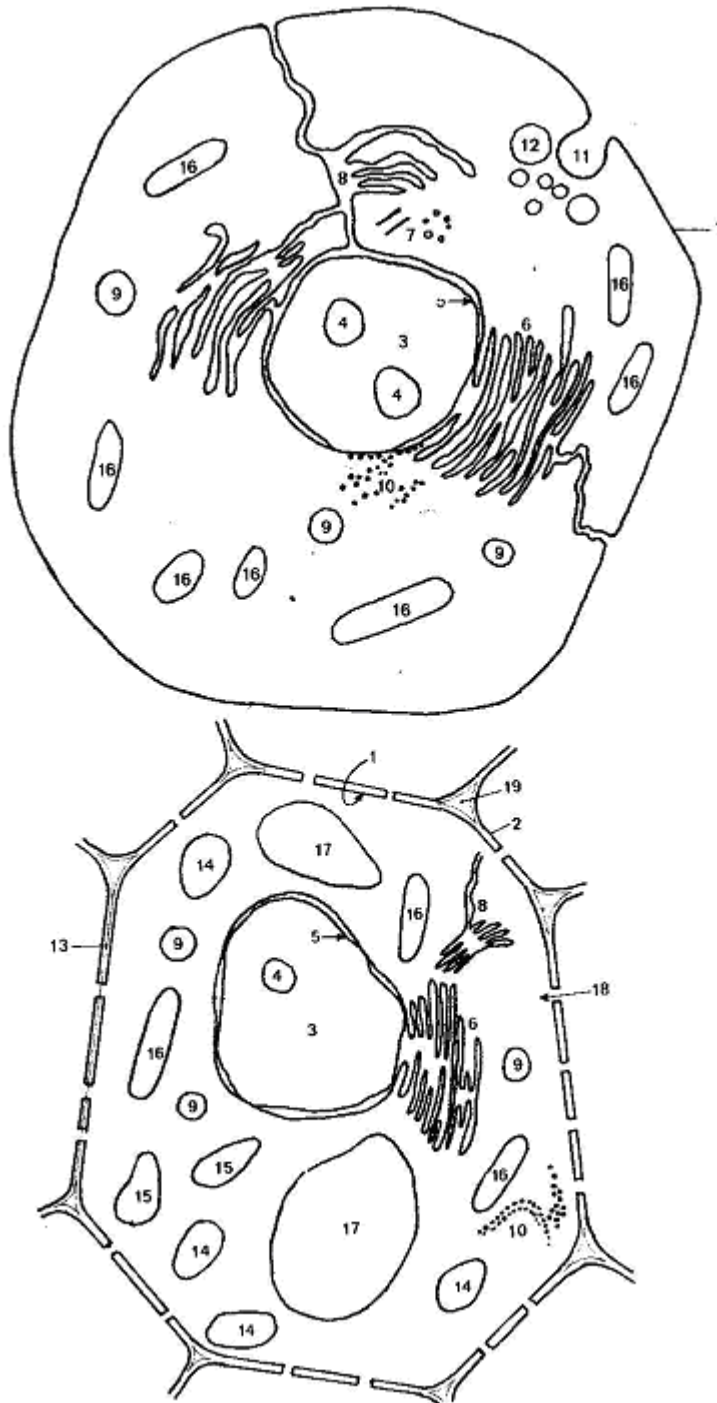


Fig. 34. Plattegronden van de dierlijke en plantaardige cel uit fig. 33.

1. plasmalemma of celmembraan, 2. celwand, 3. kern, 4. kernlichaampje, 5. kernmembraan, 6. endoplasmatisch reticulum, 7. centrosoom (centriool), 8. Golgi-apparaat met secretiekanaal, 9. lysosoom, 10. ribosoom, 11. pinocytose, 12. pinocytoseblaasje, 13. middenlamel, 14. chloroplast, 15. amyloplast, 16. mitochondriën, 17. vacuole, 18. stippels met plasmodesmen, 19. intercellulaire ruimte.

d. de plastiden. In het cytoplasma van door daglicht bereikte plantencellen bevinden zich korrels welke een mengsel van **pigmenten** (kleurstoffen) bevatten. De meeste hogere planten bezitten **chloroplasten**, plastiden waarin de onderlinge verhouding der pigmenten zodanig is dat zij een groene kleur bezitten. In bloemen en vruchten bezitten de plastiden veelal een rood of geel pigmentmengsel en heten dan **chromoplasten**. Bij vele onder water levende algen treft men vaak blauwe, bruine of roodachtige mengsels aan. In embryonale plantencellen zijn voorstadia van plastiden aanwezig: de ongekleurde **proplastiden**. In onbelichte oudere plantedelen vindt men de eveneens kleurloze **leukoplasten**. De functie der chloroplasten ligt in het absorberen van spectrale onderdelen van het zonlicht. De hiermee opgenomen energie wordt gebruikt in de **fotosynthese** van glucose, de voor organismen universele bouw- en brandstof. De functie der chromoplasten ligt meestal op het gebied der bestuiving en zaadverspreiding bij bloemplanten. Het als reservestof fungerende plantaardige koolhydraat **zetmeel** (= **amylum**) wordt in korrels opgeslagen in onbelichte plantedelen (wortels, knollen, stengel, merg). Deze zetmeelkorrels ontstaan uit leukoplasten — die hierom **amyloplasten** genoemd worden — doordat deze het zetmeel in concentrische lagen rond één of meer kernen per korrel afzetten.

e. de celkern komt voor in vrijwel alle cellen van alle organismen met uitzondering van de bacteriën en blauwwieren. Zij is meestal bolvormig en haar volume meestal evenredig met het celvolume. De kern is omgeven door het **kernmembraan** en bestaat uit het **kernplasma** of **karyolymfe**, waarin zich een gemakkelijk kleurbare, draderige massa, het **chromatine**, alsmede één of meer bolvormige **kernlichaampjes** of **nucleoli** bevinden. Het chromatine bezit een hoog gehalte aan DNA (deoxyribonucleïnezuur). In dit DNA zijn de 'recepten' voor de productie en uitgroei van ieder cel bestanddeel in een chemische code vastgelegd. Als voorbereiding op de celdeling gaat het chromatine over in een voor de soort kenmerkend aantal **chromosomen**: korte X of V-vormige voorwerpjes, welke per cel meestal paarsgewijs voorkomen en die ieder overlapt uit twee helften bestaan: de **chromatiden**. In iedere chromosoomhelft zijn, doordat het DNA zich inmiddels moleculair exact gedupliceerd heeft, de 'recepten' exact hetzelfde als in de andere helft van dat chromosoom. Door symmetrische verdeling van de nu van elkaar losgelaten chromosoomhelften wordt bereikt dat iedere nieuw te vormen cel precies gelijkwaardige informatie krijgt.

A. Elektronen microscopisch onderzoek heeft het enerzijds mogelijk gemaakt de 'korreltjes' in het cytoplasma tot een verbazende **diversiteit** aan organellen uiteen te rafelen, anderzijds heeft het ook een **uniformiteit** tussen de organellen aan het licht gebracht. De meeste organellen blijken ontstaan en opgebouwd uit het zogenaamde **elementaire membraan** (EM). Dit EM bestaat uit een **dubbele laag lipiden** (vetachtige stoffen) aan weerszijden bedekt door een laag proteïne (eiwit). Het reeds genoemde plasmalemma en de tonoplast zijn elementaire membranen. Met de elektronenmicroscopie zijn, zoals blijkt, verschillende organellen ontdekt, alsmede van bekende organellen nieuwe details gevonden (zie bijgaande figuren):

- a. het **hyaloplasma**, de halfvloeibare basissubstantie waar zich alle organellen bevinden.
- b. het **endoplasmatisch reticulum** (ER), een netwerk van holten en kanalen, welke zich voortzetten in de holte van het kernmembraan en extracellulair uitmonden. De wand van het ER bestaat uit EM en zet zich voort in kernmembraan en plasmalemma. Het ER is waarschijnlijk de transportbaan waarlangs door de cel geproduceerde proteïnen, door het cytoplasma vervoerd worden. Dit wordt ondersteund door

de waarneming dat in jonge, groeiende cellen het ER sterk, in oude cellen nog slechts zwak ontwikkeld of afwezig is. Bovendien komen op de buitenwand van het ER plaatselijk zeer talrijk de ribosomen voor (zie figuur 35). Men onderscheidt hierom wel **ruw** ER (met ribosomen) en **glad** ER (zonder ribosomen).

- c. de **ribosomen** zijn korreltjes van ca. 15 nm diameter. Zij bevatten een wisselend gehalte aan RNA en zijn bekend als de plaatsen waar de **synthese van proteïnen** plaats vindt. Het is bekend dat de productie van functionele proteïnen zeer nauwkeurig vanuit het DNA gestuurd moet worden. Dit gebeurt doordat RNA-moleculen de 'recepten' van het DNA kopiëren en door het cytoplasma naar de ribosomen bewegen. Ribosomen liggen los in het cytoplasma, of op het ruw ER (zie b).
- d. de **mitochondriën** zijn afgeronde staafjes, ca. 1 µm lang en 0,5 µm diameter, waarvan de wand uit een dubbele laag EM bestaat. Het binnenste membraan vormt plooien die als schotten (**cristae**, meestal bij dieren) of als buisjes (**tubuli**, meestal bij planten) de inwendige oppervlakte van het mitochondrium vergroten (zie figuur 36). De mitochondriën zijn organellen waarin door oxidatie de energie uit glucose (de celbrandstof) wordt vrijgemaakt en in een voor de cel geschikte vorm — aan het ATP — chemisch wordt vastgelegd. De voor deze processen benodigde enzymen zijn 'op volgorde' langs de oppervlakte der cristae of tubuli gelokaliseerd. Twijfelachtig is nog het bestaan van de **oxysomen**: bolvormige gesteelde structuren op het binnenoppervlak der mitochondriën waarin zich enzymen zouden bevinden.
- e. het **Golgi-apparaat** (dictyosoom) bestaat veelal uit stapelvormig gerangschikte blaasjes (cisternen), waarvan de wand uit EM bestaat (zie figuur 37). De Golgi-apparaten bevatten in het algemeen enzymen waarmee macromoleculen, met name polysacchariden, vetten en sommige hormonen vervaardigd kunnen worden. Plantaardige dictyosomen kunnen van de cisternen blaasjes afsnoeren (**Golgi-vesiculi**): deze bewegen met de producten naar de buitenkant van de cel waarna deze producten in de celwand of daarbuiten worden afgezet: **exocytose**. Dierlijke dictyosomen beschikken voor de secretie van dictyosomale producten vaak over een of meer extracellulair eindigende afvoerbuizen. Het Golgi-apparaat staat in verbinding met het endoplasmatisch reticulum.
- f. de **lysosomen** zijn blaasjes van ca. 1,5 µm diameter, afgesnoerd door het Golgi-apparaat, begrensd door EM en gevuld met **enzymen**. Men vermoedt dat zij een rol spelen bij de cellulaire vertering van opgenomen stoffen. Het plasmalemma van dierlijke cellen kan namelijk extracellulair materiaal omhullen en in het plasma opnemen: **endocytose**. Gebeurt dit met vaste deeltjes dan heet dit **fagocytose**, gebeurt dit met vloeistofdruppeltjes dan heet het **pinocytose**. Een endocytose-blaasje kan met een lysosoom versmelten tot een **fagosoom**, waarin opgenomen materiaal wordt omgezet.
- g. de **celkern** bevat de nucleolus. een bolvormige draderige structuur welke een hoog gehalte aan RNA bezit. Het kernmembraan blijkt te bestaan uit 2 lagen EM waartussen zich een holte bevindt welke aansluit op de holten van het ER. Kernporiën zijn openingen in het kernmembraan, waardoor het kernplasma met het cytoplasma is verbonden en ook de RNA-moleculen de kern verlaten (zie B-c). De elektronenmicroscopische opbouw van chromatine en chromosomen komt in een ander deel van BIOTHEMA aan de orde.
- h. de **plastiden**. Chloroplasten (zie figuur 38) worden begrensd door het EM en zijn gevuld met kleurloos **stroma**. Hierin bevinden zich de **thylakoïden**: platte plooien van EM, op de oppervlakte waarvan zich de pigmenten en enzymen voor de fotosynthese bevinden. Bij hogere planten zijn de thylakoïden meestal

plaatselijk in grote getale opeengestapeld en vormen zo de binnen de chloroplast gelegen **granae**. De bouw van chromoplasten is niet principieel verschillend van die der chloroplasten. In leukoplasten is elektronenmicroscopisch weinig structuur te onderscheiden.

- i. de **microsomen** vormen een groep plasmatische deeltjes met een diameter van 1 - 1,5 μm , waaruit met de huidige isoleertechnieken nog geen nieuwe organellen zijn af te scheiden, hoewel dit in de toekomst niet uitgesloten is. Zo hoorden de lysosomen tot ongeveer 1960 bij deze microsomen; toen slaagde men erin ze te isoleren
- j. de **centriolen** zijn twee vlak naast elkaar gelegen cilindrische lichaampjes, die alleen bij dierlijke cellen voorkomen en juist buiten de kern liggen. Ze zijn ca. 0,5 μm lang en bestaan uit een bundel evenwijdig lopende huisjes. De lengteassen van beide centriolen staan loodrecht op elkaar. De centriolen wijken tijdens de kerndeling uiteen en spelen dan een rol bij de verdeling der chromosoomhelften (zie A-f).

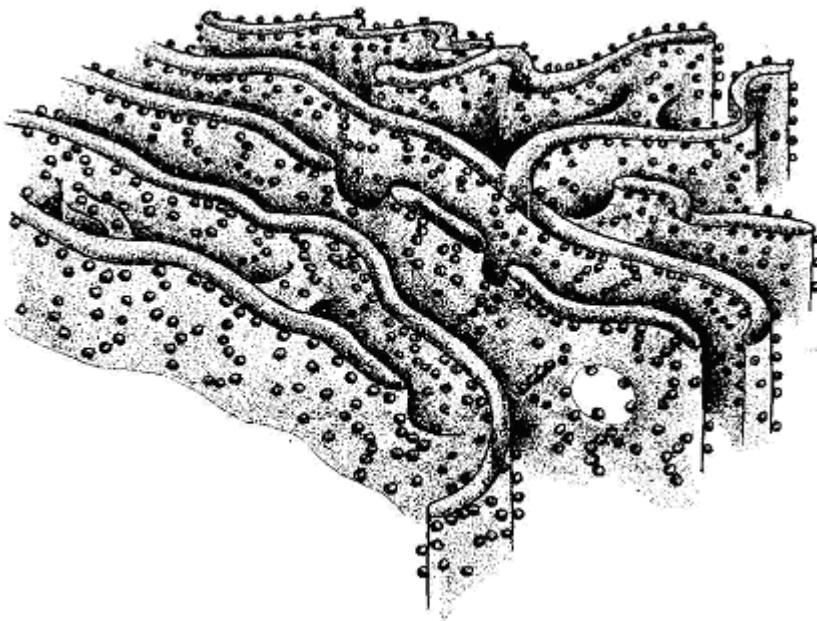


Fig. 35. Gedeelte van het endoplasmatisch reticulum met ribosomen.



Fig. 36. Gehalveerd mitochondrium met cristae



Fig. 37 Golgi-apparaat, doorgesneden

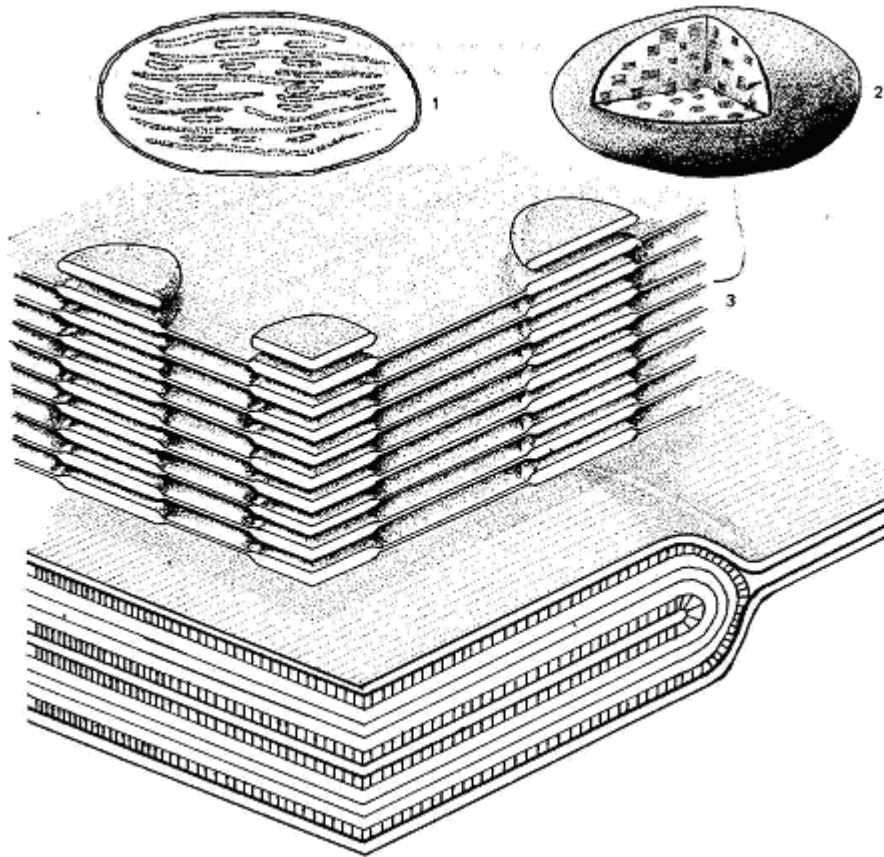


Fig. 38. De chloroplast en haar bouw. 1. elektronenmicroscopisch beeld, 2. ruimtelijke voorstelling, 3. granae en 4. thylakoïd (moleculaire structuur).

C. De veranderlijkheid van de cel (zie figuur 39)

Het is onjuist de levende cel als statisch en onveranderlijk te beschouwen. Vanaf het ontstaan van een cel voltrekken zich in deze cel processen onder invloed van de kern, het inwendige milieu (in het organisme) en het uitwendig milieu (buiten het organisme). Deze processen vat men samen met de term **differentiatie**; zij leiden ertoe dat de cel zodanig wordt uitgerust dat zij die taak kan verrichten die op grond van haar ligging binnen het organisme het best vervuld kan worden. Vele van de genoemde processen zijn lichtmicroscopisch zichtbaar: cytoplasma stroomt, chromatine gaat over in chromosomen en chromosomen worden chromatine, plastiden ontstaan uit elkaar door deling of verandering in de pigmentsamenstelling, vacuolen worden groter, cellen veranderen van vorm, etc.

Ook op elektronenmicroscopisch niveau verandert veel. Hoewel iedere cel in principe alle hierboven genoemde celorganismen bezit, is de onderlinge verhouding (in aantallen) sterk wisselend en onder meer afhankelijk van de richting waarin gedifferentieerd wordt. Jonge cellen hebben veel, oude cellen weinig ER; cellen met sterke wandvorming en secretiecellen bezitten een uitgebreid Golgi-apparaat; spier- en zenuwcellen bezitten veel mitochondriën. Het overall in en rond het cytoplasma aanwezige elementaire membraan, waarop de meeste organellen immers variaties zijn, maakte snelle aanpassingen van het cytoplasma mogelijk.

IB-22 De veiligheid bij het verrichten van practicumhandelingen

I. Chemicaliën

In een laboratorium- of practicumruimte mogen chemicaliën slechts op drie plaatsen voorkomen:

- in een afgesloten, van etiket voorziene, voorraadfles, die steeds op dezelfde plaats behoort te worden teruggezet.
- in het glaswerk dat voor het experiment gebruikt wordt.
- in de gootsteen (of soms een andere verzamelplaats) na afloop van het experiment.

Op alle andere plaatsen (atmosfeer, tafelbladen, kleding, buiten gebruik zijnd glaswerk, en dergelijke) zetten zij hun werking ongecontroleerd voort en horen chemicaliën derhalve niet thuis.

In het belang van huid, ogen, luchtwegen, kleding en boeken van u zelf en anderen, dient u met alle stoffen — ook kleine hoeveelheden — **zorgvuldig** om te springen. Bedenk verder dat een geringe verontreiniging een biologisch experiment kan doen mislukken.

II. Veilig werken

- Vul een reageerbuis nooit verder dan voor ongeveer een kwart van de inhoud.
- Verwarmen reageerbuis:** richt de vlam niet op de bodem van een gevulde reageerbuis (de onderin kokende vloeistof kan dan de koudere inhoud met kracht naar buiten drijven), maar even onder het vloeistof oppervlak. Tijdens het verwarmen de buis zachtjes in de vlam heen en weer bewegen. In vele gevallen kan beter verwarmd worden in een bekerglas met bijna kokend water.
- Richt bij het verwarmen de opening van het glaswerk noch op u zelf noch op anderen.
Zorg dat glaswerk aan de buitenzijde droog is.

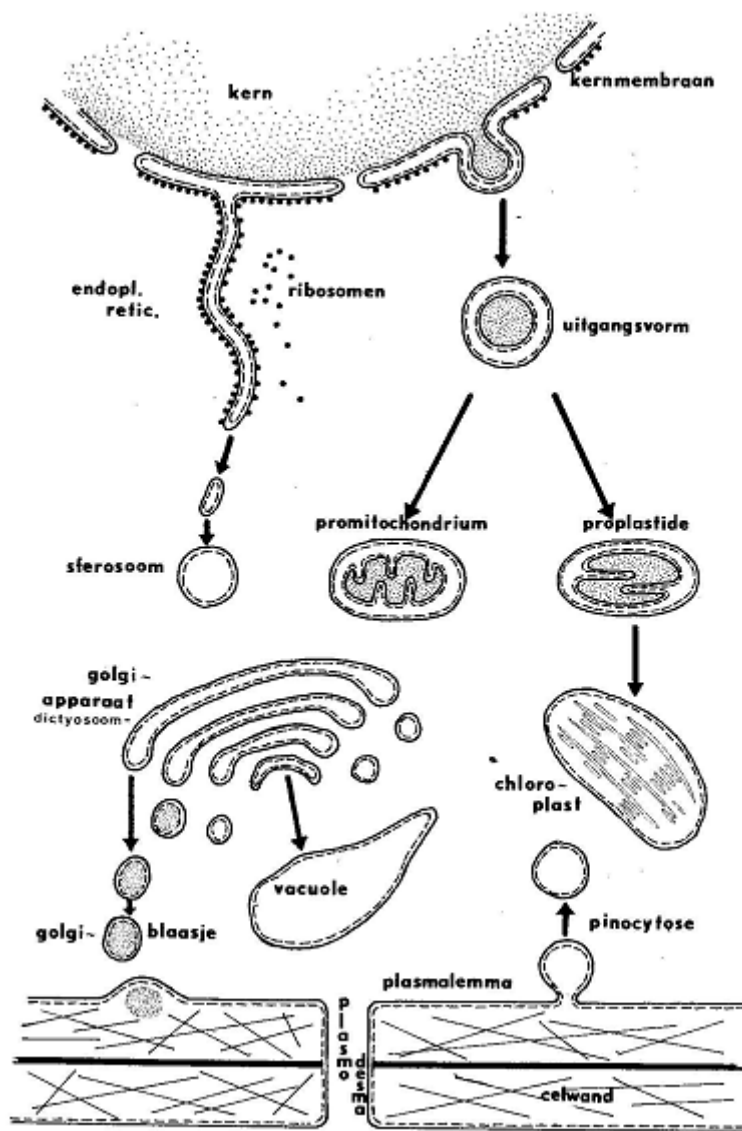


Fig. 39. Relatie tussen de organelen van een cel.

- d. Experimenten, waarbij giftige of brandbare gassen vrijkomen, in de zuurkast verrichten.
- e. Rook tijdens experimenten bij voorkeur niet.

III. nauwkeurig werken

- a. *Het overschenken van een vloeistof uit een fles:*
 - De te vullen reageerbuis in de linkerhand nemen tussen duim en wijsvinger, ongeveer 5 cm onder de opening die naar boven wijst.
 - De fles met vloeistof in de rechterhand nemen met het etiket naar de handpalm gericht. Waarom?
 - De stop tussen pink en handpalm van de linkerhand nemen, losdraaien en blijven vasthouden.
 - De reageerbuis onder een hoek van 45° houden en vullen (tot maximaal een kwart van de inhoud).
 - De stop meteen op de fles terugplaatsen; bij meerdere open flessen is verwisseling van stoppen immers niet uitgesloten.
- b. Pipetten, spatels en dergelijke nooit ongereinigd van de ene in de andere stof brengen of ongereinigd laten liggen.
- c. Pipetteer nooit rechtstreeks uit een voorraadfles, maar breng eerst wat van de te pipetteren vloeistof in een bekersglas.
- d. Filtreerpapier, lakmoespapier en dergelijke na gebruik opruimen.
- e. Gebruikt glaswerk zo spoedig mogelijk voorlopig reinigen met water.

IB-23 Vormen van cellen, weefsels

Om onderdelen van een weefsel of cel te kleuren kan men deze in een druppel kleurstof leggen en een dekglas aanbrengen. Men kan echter ook de voor kleuring noodzakelijke vloeistoffen onder het dekglas doorzuigen. Men moet dan zeer zorgvuldig te werk gaan: veel reagentia zijn zeer corrosief en tasten objecttafel en de frontlenzen van de objectieven aan. Er mag dus nooit gemorst worden. Er mag geen vloeistof aan de onderzijde van het voorwerpglas zijn en ook niet op het voorwerpglas anders dan alleen onder het dekglas.

Voer het doorzuigen daarom uit met reepjes filtreerpapier, die nergens buiten de rand van het objectglas uitsteken en daarom niet breder mogen zijn dan het dekglas. Leg zo'n stukje filtreerpapier aan de linkerzijde **tegen** de dekglasrand en breng een **weinig** van het reagens **tegen** (en dus niet erop) de rechterraand van het dekglas. Blijf kijken wat er gebeurt.

a. Uicellen

De ui is een bol. Een bol is een korte stengel (schijf) met sterk verdikte bladeren, die rokken worden genoemd.

- Snij in de binnenkant van een uienrok een vierkantje, waarvan het oppervlak iets kleiner is dan het oppervlak van het dekglas.
- Trek van die binnenkant uit dat vierkantje met een pincet een dun vliesje.
- Leg het vliesje in een druppel water op een voorwerpglas en leg er een dekglas op. Het vlies bestaat uit cellen. Let op de vorm van de uicel en op de plaatsen waar de cellen aan elkaar sluiten. De cel heeft een duidelijke wand.
- Bekijk het preparaat eerst bij een vergroting van 100x, zodat men een overzicht verkrijgt en men dat deel kan vinden waaruit een vergroting wordt gewenst.

- Bij een vergroting van 200X tekent men een cel, waarbij een deel van de wanden van de omringende cellen wordt aangegeven.
- Probeer de kern te vinden en teken deze in de door u getekende cel.

Vraag 1: Hoe stelt u zich de ruimtelijke structuur van zo'n cel voor?

Als er storingen optreden bij het vergroten moet men, om weer het gewenste deel van het preparaat te vinden, opnieuw het overzichtsobjectief gebruiken: de kleinste vergroting.

- Leg een tweede vliesje in een druppel methyleenblauwoplossing. Laat de kleurstof inwerken.
- Leg er een dekglas op en verwijder de overtollige vloeistof met een filtreerpapiertje. In de cel is een kern te zien die gekleurd is.

Vraag 2: Welke vorm heeft die kern?

Men kan kiezen tussen twee methyleenblauwoplossingen:

- 2 gram methyleenblauw oplossen in 100 ml 70% ethanol. Van deze stamoplossing, die houdbaar is, 30 ml verdunnen met 100 ml gedestilleerd water (aqua dest.) en 1 ml 1 % KOH-oplossing. Deze oplossing is lange tijd houdbaar, maar moet zo nu en dan gefiltreerd worden.
- Los 1 gram methyleenblauw en 0,6 gram natriumchloride op in 100 ml aqua dest. Het is ook mogelijk kernen te kleuren met methylgroen-azijnzuur: In een 1–2% azijnzuur-oplossing lost men zoveel methylgroen op tot de oplossing een donker blauw-groene kleur heeft. Hierna filtreren.

b. Sneeuwbescellen

De bessen zien wit, doordat het licht in de luchtlaagjes tussen de cellen totaal wordt teruggekaatst. Elke witte kleur bij plantedelen is aan dit verschijnsel toe te schrijven (berkenschors, witte bloemen).

- Halveer een verse bes en snij voorzichtig met een scheermesje een doorsnede uit het centrum.
- Breng de coupe in een niet te kleine druppel water op het voorwerpglas.
- Trek de coupe met een prepareernaald voorzichtig uit elkaar.
- Leg er een dekglas op en teken drie cellen, waarvan één gedetailleerd bij een vergroting van 200x.

U ziet ronde of langwerpige grote cellen, een zeer dunne celwand, zeer grote **intercellulaire** holtes en een levende inhoud: een zeer dun laagje **wandstandig** cytoplasma, kern (nucleus); de kern hangt vaak aan cytoplasma-'armpjes'. Langdurige waarneming moet bij voorkeur plaats vinden in een 5% saccharose- of 15% glycerine-oplossing (zonder ontsmettingsmiddelen).

Deze cellen, die een zelfde vorm en een zelfde functie hebben, vormen samen een weefsel.

Intercellulaire holtes vinden we onder andere ook in coupes van de stengel van de zonnebloem en vliermerg.

c. Waterpest (chloroplasten).

Deze plant is bij de aquariumhandel te verkrijgen.

- Trek met een pincet een jong blaadje van de top van de stengel.
- Leg het blaadje in een druppel water op een voorwerpglas.
- Leg er een dekglas op en maak een tekening van een cel bij een vergroting van 400x.

Vraag 3: Wat is de overeenkomst tussen de celinhoud van boomalgen en waterpestcellen?

- Leg een ander blaadje een half uur in water, dat een temperatuur van 25° C heeft (bijvoorbeeld in een horlogeglas).
In de buurt van de nerf kunt u cytoplasmastroming waarnemen.
- Probeer de snelheid van de cytoplasmastroming te schatten.

d. Wortelharen

Het jonge gedeelte van de wortel (dus dicht bij de top van de wortel) draagt meestal wortelharen. Deze 'haren' zijn uitstulpingen van de opperhuidcellen: papillen. Hierdoor wordt het oppervlak, beschikbaar voor opname van water en daarin opgeloste zouten, vergroot. Echte haren zijn gevormd door één of meer cellen die op de epidermis zitten.

- Laat zaad van tuinkers, radijs of mosterdzaad enige dagen op vochtig filtreerpapier kiemen.
- Breng hele worteltjes in een druppel water op een voorwerpglas.
- Leg er een dekglas op.
- Maak een tekening van één van de tamelijk cytoplasmarijke papillen bij een vergroting van 200x.

Cytoplasmastroming is waar te nemen.

e. Cellen in de bladsteel van selderij: maceratietechniek

- Kook een bladsteel van (bleek-)selderij.
- Neem een klein stukje van deze bladsteel en leg dit op een voorwerpglas in een druppel floroglucinol.
- Pluis dit stukje met behulp van prepareernaalden uit elkaar.
- Neem de floroglucinol weg met behulp van filtreerpapier en voeg een weinig zoutzuur toe; even in laten weken en vervangen door glycerol.
- Leg er een dekglas op. Bekijk en teken alle celtypen die u ziet.
- Leg een stukje bladsteel op een nieuw voorwerpglas in 1% anilinesulfaatoplossing.
- Pluis dit stukje eveneens met behulp van prepareernaalden uit elkaar.
- Leg er een ander dekglas op en bekijk, indien het preparaat donker is eventueel water doorzuigen. Teken.

Recept: floroglucinol/zoutzuur

Oplossing A: 1 gram floroglucinol
125 ml ethanol 96%

Oplossing B: 20% zoutzuur

f. Mondslimvliescellen

- Met een spatel strijkt u voorzichtig langs het slijmvlies tussen bovenkaak en wang.
- Het verkregen vliesje bekijkt u in water bij een vergroting van 200X.
Sommige cellen liggen los, andere liggen nog in weefselverband.
- Teken een cel.
- Leg het preparaat vervolgens in een druppel acetokarmijn.
- Leg er een dekglas op en verwijder het overtollige acetokarmijn met een filtreerpapiertje.
- Bestudeer bij een vergroting van 400x.
- Teken een cel; spoor de kern op met daarin de chromatinekorrels en de nucleoli.

Samenstelling acetokarmijn:

- Los 1 tot 2 gram poedervormig, in water oplosbaar, karmijn op in 100 ml 45% azijnzuur en laat dit ongeveer een half uur op een kleine vlam aan een terugvloeikoeler koken.
- Na afkoelen filtreren. Het overblijvende karmijn kan gedroogd en opnieuw gebruikt worden.

*Zorg dat de onderkant van het voorwerpglas goed droog is voordat het op de objecttafel wordt gelegd. Ook op het dekglas mag geen acetokarmijn aanwezig zijn.
Na bestudering van het preparaat de objectieven reinigen.*

g. Spiercellen

Deze cellen zijn via twee methoden te bestuderen:

- A. Fixeer kleine stukjes kippenvlees in 4% methanal (formaline) oplossing gedurende 1-3 dagen. Het kan ook sneller in de broedstoof: 40-50° C (3-10 uur).
- Leg enige uren voordat het preparaat wordt gemaakt deze stukjes vlees in water om de methanal te verwijderen.
 - Neem een zeer klein stukje van dit kippenvlees en druk het plat tussen twee objectglasjes (squash-techniek).
 - Neem het bovenste objectglas weg, doe water op het preparaat en leg er een dekglas op.
 - Bekijk het preparaat bij een vergroting van 400x en maak een tekening.
- B. Voer de eerste drie onder A genoemde handelingen uit.
- Neem het bovenste objectglas weg en rafel het preparaat uiteen met prepareernaalden.
 - Breng vervolgens het fijngedrukte spierweefsel in haemaluin gedurende twee tot drie minuten.
 - Hierna in leidingwater overbrengen gedurende tien tot twintig minuten; het water enkele keren verversen.
 - Vervolgens kleuren in een 0,1 % waterige eosine-oplossing gedurende drie minuten.
 - Spoelen in leidingwater en overbrengen in een druppel water op een objectglas.
 - Leg er een dekglas op.
 - Bestudeer het preparaat bij een vergroting van 400x en maak een tekening.

Indien de kleuring niet direct goede resultaten oplevert (onder andere afhankelijk van de conditie van het weefsel) experimenteren met de tijdsduur van de verschillende fasen.

h. Kraakbeen

- Snij een zeer dun preparaat van het vochtig gemaakte kraakbeen, dat zich aan het uiteinde bevindt van een pijpbeen van een kalf.
- Bekijk dit preparaat in een druppel water met behulp van de microscoop. Teken.
- Kleur dit preparaat gedurende 90 seconden in 1% anilineblauw, in een horlogeglas.
- Spoel dit preparaat gedurende 60 seconden in schoon water.
- Kleur dit preparaat gedurende 45 seconden in 1% eosine (geelachtig) in een horlogeglas.
- Spoel dit preparaat gedurende 30 seconden in schoon water.
- Leg dit preparaat in een druppel glycerol op een voorwerpglas. Leg er een dekglas op en bestudeer met behulp van de microscoop. Teken.

Paars: intercellulaire stof
Roze: kraakbeencellen
Blauw: kernen

Opmerking: Bij moeilijk doordringen van anilineblauw proberen meteen verzadigde oplossing van anilineblauw in 80% ethanol,

IB-24 Het permanent maken van een preparaat

Er zijn vele technieken om preparaten permanent te maken. Hoe meer eisen men aan het permanente preparaat stelt, des te kostbaarder en meer tijdrovend zijn de technieken.

Een techniek waarmee redelijk snel een preparaat permanent kan worden gemaakt is de glycerine-gelatine methode, (glycerine — glycerol).

Bereiden van het insluitmedium

Volg onderstaand voorschrift nauwkeurig op. Belangrijk is vooral dat tijdens het bereiden de temperatuur van het vloeibare medium niet boven de 50° C komt, daar het anders niet meer vast wordt. Bovendien moet buitengewoon zuivere gelatine gebruikt worden, die geen zwavel bevat (dus geen 'huishoud'-gelatine gebruiken!).

- Laat 1 gewichtsdeel gelatine gedurende 6 uur in 6 gewichtsdelen aqua dest. zwellen.
- Voeg aan het gel dat nu ontstaan is 7 gewichtsdelen glycerol toe.
- Voeg als antisepticum per 140 gram mengsel 1 gram fenol toe.
- Verwarm het geheel gedurende ongeveer 30 minuten op een waterbad van 45° C tot zich een volledig homogene, geelachtige heldere oplossing heeft gevormd. Roer het mengsel tijdens het verwarmen met regelmatige tussenpozen. Het verwarmen moet eventueel worden voortgezet tot zich in de massa geen gelatinevlokken meer bevinden.
- Giet het warme mengsel in een glazen petrischaal en laat het vast worden ('stollen'). De glycerine-gelatine niet te sterk verhitten daar het medium anders niet meer vast wordt.

Uitvoering

- Neem uit het glas met een scalpel of dergelijk voorwerp (schoon zakmes!) een brokje glycerine-gelatine.
- Breng het op een schoon voorwerpglas en verwarm dit voorzichtig boven de kleine vlam van een Bunsenbrander. Stop dit verwarmen direct wanneer het brokje begint te smelten. Let er op dat niet te sterk verhit wordt daar het medium anders niet meer vast wordt.
- Breng het object met pincet of penseel over in het medium en leg er een dekglas op (zie IB-19).

N.B.

1. Speciaal handcoupes drijven bij het opleggen van het dekglas gemakkelijk naar de dekglasrand. Men kan ze weer in het midden van het preparaat terugbrengen door het voorwerpglas op een voorverwarmd (niet te warm) vlak metalen plaatje te leggen tot de glycerine-gelatine net vloeibaar wordt. Met behulp van een haar, dat tussen voorwerpglas en dekglas gebracht wordt kan men de coupe weer op zijn plaats brengen.

2. Indien zich storende luchtbelletjes gevormd hebben (legt men het preparaat ook op bovengenoemd metalen plaatje. Bij ongeveer 45—50° C worden de belletjes groter en drijven naar de dekglasrand.
3. Glycerine-gelatine-preparaten kunnen enkele jaren goed blijven. Men vergroot de houdbaarheid door het dekglas met een kunsthars (nagellak) te omranden.

IB-25 A. Het vervaardigen van coupes

- Neem vlierpit (— merg uit takken van de vlier) of een blokje tempex met een bovenzijde van ongeveer 1 x 1 cm en een lengte van 2 à 3 cm.
- Snijd met een oud scheermesje het blokje in de lengte in twee helften, (zie figuur 40).
- Voor het maken van coupes van een blad legt men een stukje blad (smaller dan 1 cm), met de hoofdnerf in de lengterichting, tussen de twee helften van het blokje.
- Voor het maken van coupes van stengel en wortel maakt men in het snijvlak van beide helften van het blokje eerst een gleufje in de lengterichting, zó dat een stukje stengel of wortel er juist tussen geklemd kan worden wanneer de twee helften weer op elkaar gebracht worden.
- Met een oud scheermesje wordt het gedeelte van het object, dat boven de samengevoegde helften van het blokje uitsteekt, afgesneden en een niet te dun schijfje van het bovenvlak gesneden om een glad snijvlak te verkrijgen.
- Het snijvlak wordt bevochtigd en met een scherp (nieuw!, ontvetten!) scheermesje wordt horizontaal een zo dun mogelijk schijfje afgesneden. Daarbij mag het mesje niet door het blokje worden geduwd, maar moet met een glijdende beweging worden gesneden. Voorwaarde voor het verkrijgen van goede coupes is het gebruik van nieuwe scherpe scheermesjes, die vaak vervangen moeten worden.
- Omdat niet ieder gesneden schijfje een goede coupe oplevert moet men altijd een aantal coupes maken. Slechts de dunste komen voor microscopisch onderzoek in aanmerking. Wanneer men vaker snijdt, wordt het snijvlak spoedig scheef en oneffen. Het snijvlak moet daarom met een ouder scheermesje van tijd tot tijd weer recht en glad gesneden worden.
- Men kan de coupes met een fijn penseel van het scheermesje halen en in een druppel water op het objectglas overbrengen. Door met het penseel bij het overbrengen een lichte draaibeweging te maken voorkomt men het omklappen van de randen van de coupe.
- Men kan de coupes ook eerst overbrengen in een met water gevuld horlogeglas. Dit heeft het voordeel dat de dunnere coupes gemakkelijk kunnen worden uitgezocht.
- Bij coupes van een blad is het soms aan te bevelen om met behulp van een afzuig-erlenmeyer en een waterstraalluchtpomp de lucht uit de intercellulairen te verwijderen.

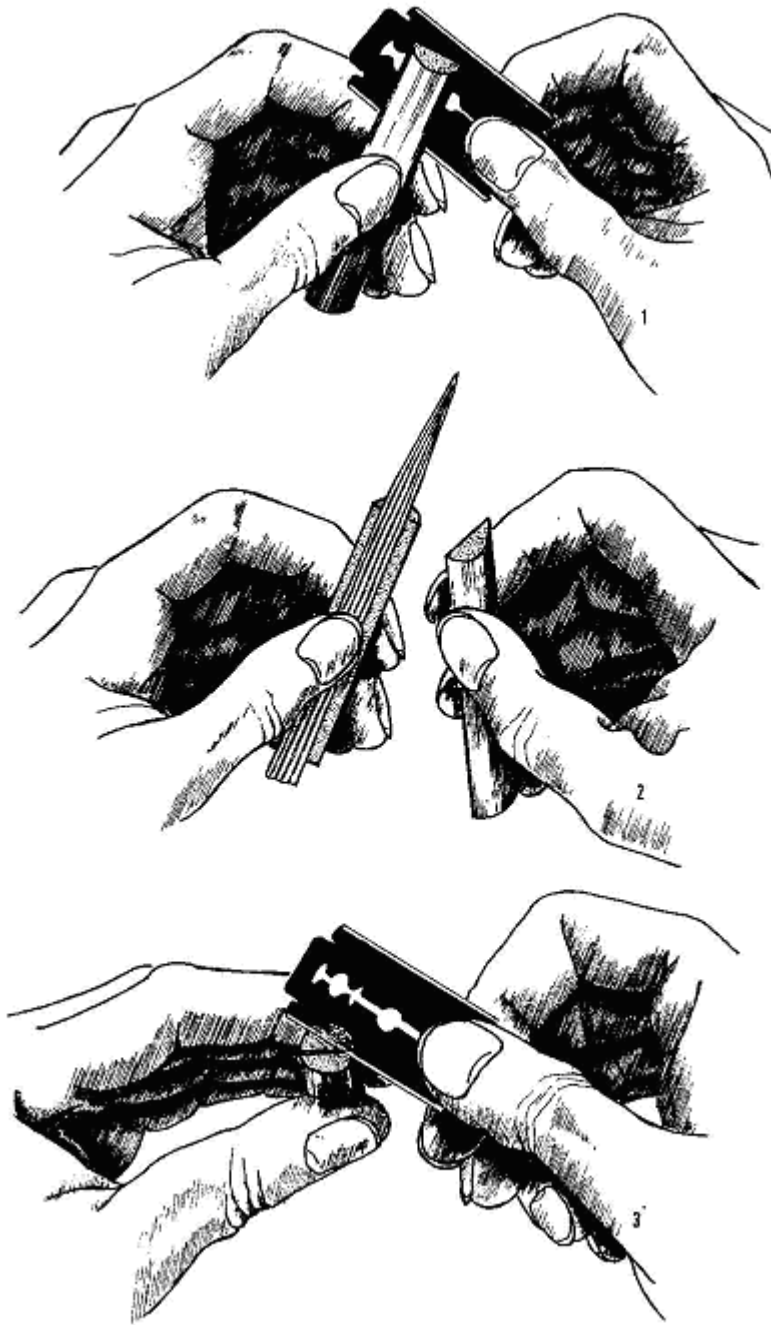


Fig. 40. Vervaardigen van coupes voor microscopisch onderzoek.
1. Snijden van vlierpit of tempex, 2. monteren van blad of stengel
tussen de helften vlierpit of tempex, 3. snijden van een coupe.

B. Anatomie van de hogere plant

Coupes van stengel, wortel en blad worden bij een vergroting van 100x en 400x bestudeerd en getekend.

Geschikte objecten voor het vervaardigen van coupes zijn hieronder vermeld.

	MONOCOTYL	DICOTYL
Kruidachtige stengel	Tradescantia Zea mays Alopecurus (vossestaart)	Fuchsia, Coleus, Pelargonium, Ranunculus repens
Houtige stengel		Hortensia, vlier, linde
Wortel	Zea mays	Ranunculus Vicia faba
Blad	Sansevieria Chlorophytum Iris	Ligustrum Lavendula Ficus
Bladsteel		Begonia rex, Plantago

IB-26 De zeester (*Asterias rubens* L.)

I. Het levende dier

Aan de bovenkant van het dier zien we in het midden een rij korte witte kalk-zuiltjes (met de loep te zien): paxillen, bekroond door stekeltjes. Dergelijke paxillen vinden we over de hele oppervlakte van het dier verspreid. Daartussen zien we talrijke vingervormige huiduitstulpingen: dermale kieuwen of papulae. Raakt men er één aan, dan trekken binnen een afstand van 1 cm alle omgevende zich ook in.

Op de centrale schijf zitten talrijke fijne, gesteelde, tweearmige pedicellariën.

Raakt men er één met een prepareernaald, dan wordt deze gegrepen en vastgehouden. Functie: verdediging en reiniging.

Bij het kruipen nemen een of twee armen de leiding, waarbij hun uiteinden zich omhoog krommen. Zo wordt de terminale tentakel zichtbaar, die aan zijn basis een rode of bruine oogvlek draagt.

Aan de onderkant: op elke arm aan de zijkant twee dichte rijen paxillen; in het midden de ambulacrale groeve met vier (oorspronkelijk twee) rijen voetjes. Als het dier op 'zijn rug' wordt gelegd, draait het zich terug, doordat een of twee leidende armen zich over het dier heen op de bodem vasthechten en door verder te kruipen het dier omtrekken. De dieren worden gefixeerd door inspuiting met 10% methanal (formaline) en geconserveerd in 70% ethanol.

II. Ligging van de ingewanden

- Maak een insnijding aan de basis van één der armen, aan de bovenkant, naast de laatste rij paxillen die nog aan de bovenkant zitten.
- Knip met een scherpe schaar vanaf dit punt langs de zijkant, de arm naar de top toe open, daarna langs de andere zijkant weer naar de basis. Knip niet diep!

- Wanneer zo alle armen zijn opengeknipt spelden we deze vast, pakken met een pincet de punt van de arm en knippen de vliesjes aan de middendarm voorzichtig van de bovenste lichaamswand los.
- Daarna wordt de centrale schijf verwijderd, waarbij men het middendarmgedeelte om de madreporenplaat en om de anus laat staan (deze is meestal niet aan de buitenkant te herkennen, maar wel te vinden bij voorzichtig opichten van de centrale lichaamswand).
Aan de binnenkant van de zo afgeprepareerde bovenste lichaamswand zien we een onregelmatig netwerk, gevormd door de inde huid liggende skeletstaafjes. De op deze wijze geopende lichaamsholte is in vijven verdeeld door gedeeltelijk verkalkte vliezen.
In de lichaamsholte vinden we onder andere:
 - het maagdarmkanaal met de vijf in de armen liggende middendarmblindzakken (ook maagblindzakken genoemd);
 - de vijf afvoergangen van de middendarmklier (bruin); ze verbinden telkens twee middendarmklierzakken met het bovenste deel van de maag;
 - voortplantingsorganen: vingervormig vertakt, in elke armhoek een paar;
 - het steenkanaal, dat van de zeefplaat naar beneden loopt.
- Maak een tekening.
- Verwijder maagdarmkanaal, aanhangsels en voortplantingsorganen en bekijk het watervaatstelsel. Maak een tekening.
- Snij een arm bij de basis af en probeer met behulp van een Pasteurse pipet water in het radiaal kanaal te spuiten, waarna de ampullen en de voetjes opzwellen.
- Zet op een voorwerpglas een ringetje vast met vaseline en breng daarin water en een stukje huid.
- Bekijk bij de kleinste vergroting en opvallend licht de stekels en pedicellariën. Maak een tekening.

IB-27 De regenworm (*Lumbricus terrestris* L.)

I. Het levende dier (zie figuur 41 A)

- Spoel de levende worm in water schoon en droog hem voorzichtig tussen filtreerpapier. Laat hem daarna over een stuk hard papier kruipen; men hoort de borstels op het papier.
- Leg de worm in een prepareerbak, bevochtig het dier en ga de beweging na. Het strekken geschiedt door samentrekking van de kringspieren, die het lichaam lang en dun maken; het bijtrekken door overlansverlopende spieren die het lichaam weer kort en dik maken. De samentrekking van kring- en lengtespieren gebeurt in een bepaalde volgorde. De naar achteren gerichte borstels voorkomen het terugschieten van het dier. De borstels zijn klein; men kan ze met de vinger voelen.
- Als men de worm omkeert, draait deze zich weer terug in zijn oorspronkelijke stand. Het dier bezit dus een onder- en bovenzijde; de onderzijde is lichter gekleurd.

II. Het gefixeerde dier

- a. Het dier wordt gedurende 10-15 minuten in 30-50% ethanol gefixeerd. De ringen geven de segmenten aan. Er ligt een groeizone vlakbij het achtereinde, zodat het aantal segmenten met de leeftijd toeneemt. Voor aan de kop ligt de koplapp. Deze bedekt de mond, die aan de buikzijde in het eerste segment ligt.

In segment 9—15 liggen de geslachtsorganen. De mannelijke geslachtsopeningen liggen in segment 15, omgeven door een dikke rand.

De vrouwelijke geslachtsopening, in segment 14, is slechts te zien in de tijd dat de eieren gelegd worden. Dit geldt ook voor de openingen van de receptacula seminis op de grens van segment 9—10 en 10—11.

De spermagoot, die loopt van de mannelijke geslachtsopening naar het zadel (clitellum) is alleen bij sterke vergroting waar te nemen. Deze ligt tussen de borstels aan de zijkant en die aan de buikzijde in. Het zadel bevindt zich in segment 32—37. Dit is een sterk gezwollen deel van het lichaam, dat alleen bij geslachtsrijpe dieren zichtbaar is.

Hier bevinden zich klieren, die een slijmachtige stof afscheiden, die bij de copulatie de geslachtszone van de partner omhult en later een cocon voor de eieren vormt. In het laatste segment bevindt zich de anus, die als een ovale dwarse spleet te zien is.

Elk segment bezit vier paar borstels: twee paar aan de zijkant en twee paar aan de buikzijde. Ze zijn het duidelijkst te zien achter het clitellum, wanneer het dier tegen het licht gehouden wordt.

De openingen van de uitscheidingsorganen liggen in ieder segment iets boven de borstels aan de buikzijde. Ze zijn moeilijk te zien (gebruik de loep).

- b. Een nieuw dier wordt gedood door het ongeveer 10 minuten in met chloroform verzadigd water te leggen.
- Leg de worm goed uitgestrekt met de buikzijde op de wasplaat van de prepareerbak en zet het dier met een speld (schuin insteken) op de grens van segment 1 en 2 vast.
 - Rek het dier een weinig uit en plaats op enige afstand achter het clitellum een tweede speld.
 - Nu maakt men onder water met een fijne schaar een flink eind achter het clitellum een snede.
 - Licht met een pincet met stompe punten de huid halverwege de kop en het clitellum op en knip dan dicht aan de oppervlakte de huid tot de kop toe open. Probeer bloedvaten en darm niet te beschadigen. Indien met het lastig vindt het dier vastgespeld open te knippen, kan men het ook met de linkerhand vast houden tussen wijsvinger en middelvinger aan de ene kant en met de duim aan de andere kant, zodat de worm iets uitgerekt wordt.
 - Als men de opengeknipte huid met een fijn pincet iets optilt, ziet men de tussenschotten die de lichaamsholte verdelen. Deze worden voorzichtig doorgeknipt. Nu kan men de huid opzij klappen en vastspelden. Bekijk het preparaat onder water om uitdrogen te voorkomen.
 - Met behulp van de loep tracht men de volgende organen te herkennen (zie figuur 41 B):
 - De darm begint aan de kopzijde meteen gespierde keelholte (pharynx). Op deze keelholte liggen een paar zenuwknopen. Deze zijn door middel van een slokdarmring verbonden met de buikzenuwstreng, die zichtbaar wordt wanneer men de darm op een meer naar achteren gelegen punt voorzichtig optilt.
 - De keelholte gaat over in een smalle slokdarm, die ligt in segment 7—13.
 - De slokdarm is voorzien van drie paar kleine kalkzakjes, die gevuld zijn met calciumcarbonaat, dat afgescheiden wordt door klieren. De functie is volgens sommigen het neutraliseren van humuszuren, die met het voedsel worden opgenomen; volgens anderen het binden en uitscheiden van een overschot aan koolzuur van het bloed.
 - De slokdarm gaat over in een verwijd gedeelte: de krop. Deze zet zich voort in de spiermaag, waar het voedsel gekneet wordt. De darm vormt een rechte buis tot aan de anus. De darmwand wordt omgeven door geelbruine cellen, die met reserve stoffen gevuld zijn.

- Wanneer men de darm dwars doorsnijdt wordt de typhlosolis zichtbaar; deze dient ter oppervlakte vergroting van de darmwand.
Het bloedvatstelsel is een gesloten systeem. In het rugvat, dat op de darm ligt, gaat het bloed naar voren. Hieruit ontspringen links en rechts zijvaten, die het bloed van het rugvat naar het buikvat voeren. Het buikvat is te zien wanneer men de darm iets opzij trekt. Het buikvat voert het bloed naar achteren.
In segment 7–11 verlopen zijvaten, die zeer wijd en samentrekbaar zijn.
Deze pompen het bloed in het buikvat en worden wel zij-'harten' genoemd.
De geslachtsorganen liggen in segment 9–15. Het duidelijkst zijn de zaadblaasjes; drie paar geel-witte bollen in segment 9, 11 en 12. De testes zijn klein; ze liggen in segment 10 en 11.
Van de vrouwelijke geslachtsorganen zijn alleen de receptaculæ seminis goed te zien. Dit zijn twee paar kleine witte bolletjes, die aan de zijkant in segment 9 en 10 liggen.
De uitscheidingsorganen zijn gepaarde organen, die tegen de tussenschotten liggen. Deze sterk gewonden dunne witte buisjes zijn moeilijk te zien (zie figuur 41 C).

IB-28 Bladluizen

- Fixeren in 70% ethanol.
- De bladluizen drogen aan de lucht in de broedstoof bij 37° C.
- De bladluizen overbrengen in 75% melkzuur gedurende drie uur bij 70° C in de broedstoof.
- De bladluizen uitwassen in leidingwater.
Opmerking: Indien de bladluizen nog niet voldoende doorzichtig zijn:
- Overbrengen in 2% KOH bij 37° C (in de broedstoof of zachtjes verwarmen met behulp van een waterbad) totdat zij voldoende helder zijn.
- KOH verwijderen door leidingwater toe te voegen en enige keren voorzichtig te verversen.
- Preparaat maken in glycerine/gelatine;
Dekglas ondersteunen aan de randen met behulp van glassplinters.

IB-29 De treksprinkhaan, kweekwijze en anatomie

A. Inleiding

Van de vele soorten sprinkhanen die op aarde voorkomen is de Afrikaanse treksprinkhaan (*Locusta migratoria migratorioides*) het meest geschikt om op school gekweekt te worden en dienst te doen als studieobject. Het is een groot dier en de meeste lichaamsdelen zijn goed te zien zonder dat men een loep hoeft te gebruiken. De treksprinkhaan is gemakkelijk te kweken en te houden.

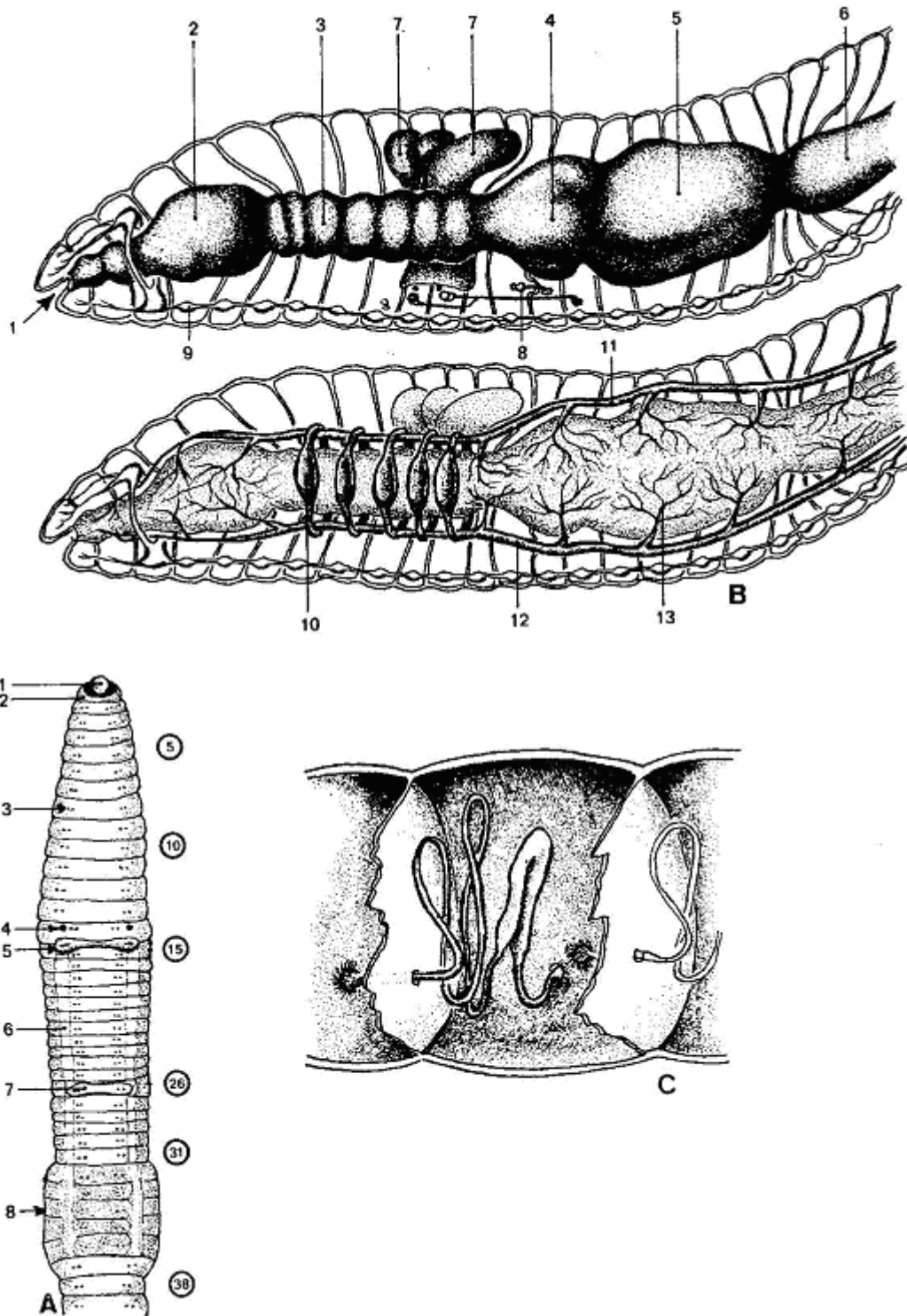


Fig. 41. *Lumbricus terrestris* L. Regenworm.

- A. Voorzijde (verticaal). 1. prostomium, 2. peristomium (mondlappen), 3. borstels: per segment vier paar, 4. vrouwelijke geslachtsopening, 5. opgezwollen lippen met mannelijke geslachtsopening, 6. spermagroeve, 7. klierzwelling, 8. clitellum. In de cirkels: nummering van de segmenten.
- B. Maagdarmkanaal en bloedvatstelsel. 1. mond, 2. pharynx, 3. slokdarm, 4. krop, 5. maag, 6. darm, 7. zaadblaasjes, 8. ovarium, 9. touwladderstelsel met slokdarmring, 10. aortaboven: hart, 11. dorsaal bloedvat (rugvat), 12. ventraal bloedvat (buikvat).
- C. Uitscheidingsorgaan (nephridium), ligging in een segment.

Bij 34° C wordt een treksprinkhaan in 26 dagen volwassen.
Volwassen dieren vertonen dimorfie.

Alle soorten die als treksprinkhaan optreden vertonen uitwendig aanzienlijke verschillen in diverse 'fasen'. Het uitgangspunt is steeds de zogenaamde solitaire fase, die de permanente broedplaatsen bevolkt en geen zwermen vormt. Wanneer op deze terreinen een zekere bevolkingsdichtheid is ontstaan gaat de soort over in een zwermende fase die massale vluchten gaat vormen. Wanneer door het vertrek der zwermen de bevolkingsdichtheid sterk is gedaald worden weer solitaire generaties gevormd. *Locusta migratoria* leeft in de tropische streken van Afrika en in de Europese landen aan de Middellandse Zee. Ze kan enorme zwermen vormen en van plaats tot plaats trekken doordat ze grote vleugels hebben, waarbij alle soorten vegetatie volledig kaal worden gevreten.

Een andere soort die wel als laboratoriumdier wordt gehouden is de woestijnsprinkhaan (*Schistocerca gregaria*) die groter is en meer gekleurd dan de treksprinkhaan. Ze is echter moeilijker te houden en te kweken.

B. Levensloop

a. Het leggen van de eieren (zie figuur 42)

Een bevrucht vrouwtje boort in warm, vochtig zand verticaal een gaatje van ongeveer 10 cm diepte door krachtig haar achterlijf uit te strekken. De harde puntige kleppen aan het uiteinde van haar achterlijf gaan open en dicht waardoor het zand opzij wordt gedrukt. Bij het terugtrekken van haar achterlijf vult ze het in het zand gemaakte buisje met een schuimige afscheiding waarin de eieren worden gelegd, zo'n 30 tot 100 in aantal. De afscheiding wordt hard en verhindert aldus dat het zand tussen de eieren stroomt. Tevens is het voor de uit het ei komende larve nu mogelijk naar boven te kruipen.

b. Het uitkomen van de eieren

Afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheidsgraad is de incubatietijd gemiddeld elf dagen bij 30° C. Bij 20° C duurt het 6 tot 8 weken en bij 35° C ook langer. Indien 80—90% van de eieren uitkomen zijn de omstandigheden optimaal en is de populatie gezond.

c. De ontwikkeling van de larven (zie figuur 43)

Uit het ei komt een larve die naar de oppervlakte kruipt. Deze larve heeft een bleke kleur die langzaam donkerder wordt. Aangezien het diertje een uitwendig skelet heeft kan het niet groeien zonder van skelet te veranderen (vervellen). Het schema op de volgende bladzijde vat de ontwikkelingsgang samen.

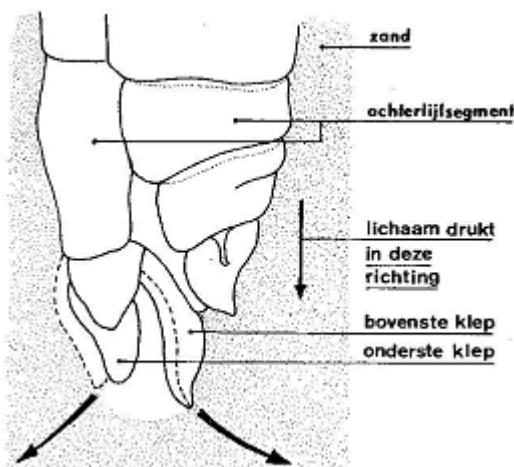


Fig. 42.
Het leggen van eieren.

De ontwikkeling van <i>Locusta migratoria</i>				
larve- stadium	lengte	vleugelontwikkeling	andere kenmerken	tijdsduur
1e	± 9 mm	geen	geheel grijs tot zwart	5 dagen
2e	± 12 mm	kleine, naar beneden gerichte knopjes die juist zichtbaar zijn	oranje vlek op de kop en zijkant van het eerste segment van het borststuk	4 dagen
3e	± 19 mm	groter en nog steeds naar beneden gericht	oranje vlek breidt zich uit naar de onderkant van het gehele borststuk en de zijkanten van het achterlijf	4 dagen
4e	± 23 mm	vleugel stompjes zijn nu naar boven gericht	rugzijde van pronotum zwart en zonder duidelijk naar achter gerichte punt	5 dagen
5e	± 32 mm	vleugels reiken nu tot halverwege het achterlijf	rugzijde van pronotum heeft een overlangse oranje streep en een duidelijk naar achter gerichte punt	8 dagen

D. Het volwassen stadium

Na ongeveer 2 tot 4 weken zijn de volwassen dieren geslachtsrijp, mits de dieren goed gehuisvest en gevoed zijn en de temperatuur optimaal is. In de hierna te bespreken kooi kunnen ongeveer 40 mannetjes en vrouwtjes worden gehouden. Indien er slechts enkele paren aanwezig zijn kan het geslachtsrijp worden achterwege blijven of de vruchtbaarheid achteruit gaan.

E. De voortplanting

De sprinkhaan is een van de weinige organismen waarbij men er zeker van kan zijn dat de volwassen dieren op vrijwel elk moment voortplantingsgedrag kunnen vertonen. Niet alleen het voortplantingsgedrag kan worden waargenomen maar ook de copulatie — die een aantal uren kan duren — en het afzetten van eieren, terwijl het mannetje nog steeds op het vrouwtje zit. De wijze waarop de copulatie plaats vindt is duidelijk zichtbaar.

Het gedragspatroon dat aan de copulatie vooraf gaat laat zien dat het mannetje het vrouwtje besluipt, waarbij het op een bepaald moment zijn vleugels snel opent en met een poot in de lucht zwaait. Met een plotselinge sprong op de rug van het vrouwtje grijpt hij haar beet met de haakjes aan zijn poten. Het achterlijf wordt naar beneden gebogen en zijn genitalia hechten zich aan die van het vrouwtje. Het buisvormig gedeelte van de spermatofoor wordt in het genitale kanaal van het vrouwtje gebracht en de spermatozoën worden opgeslagen in de spermatheca. Het vrouwtje hoeft dus maar één keer in haar leven te copuleren, maar de copulatie vindt echter vele keren plaats. Na de copulatie openen en sluiten de kleppen van de vrouwelijke genitalia.

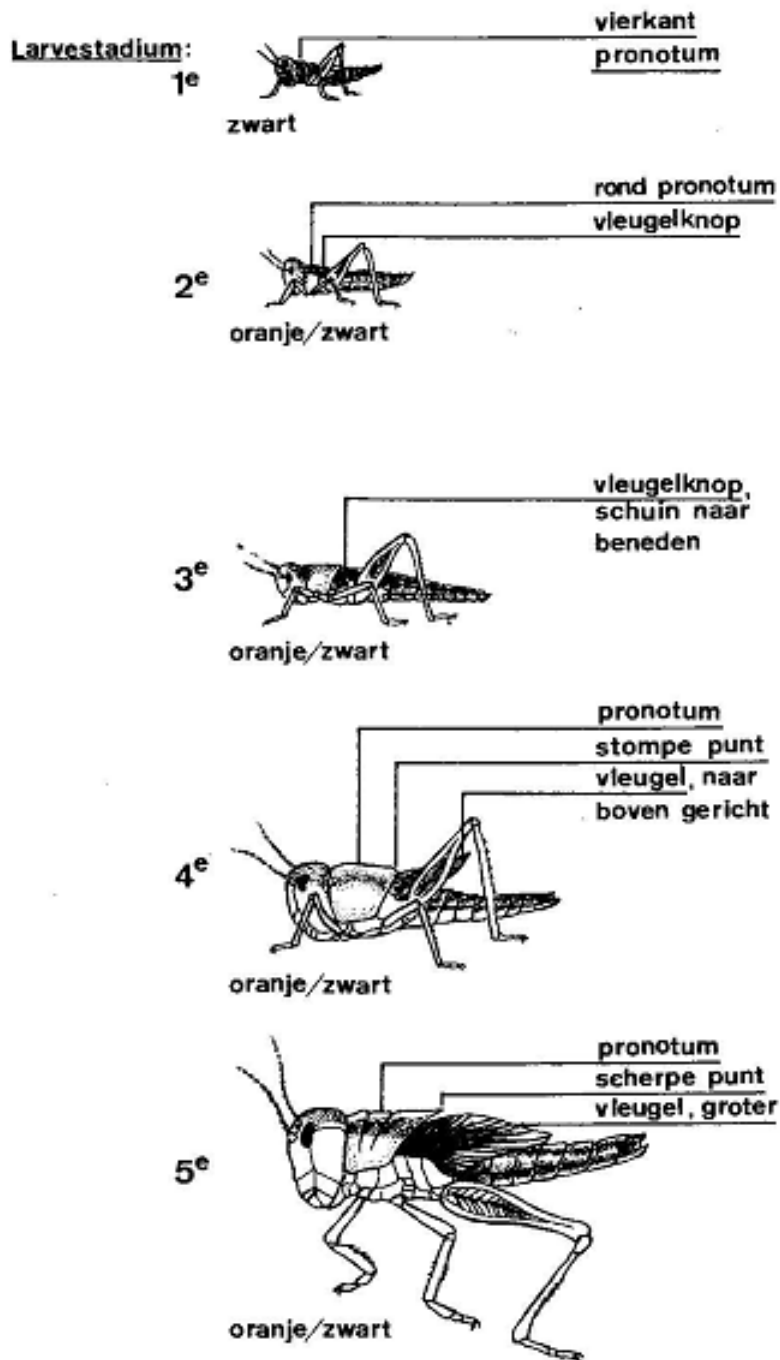


Fig. 43. Larvestadia uit de ontwikkeling van *Locusta migratoria* L. (de treksprinkhaan).

C. Kweken

a. *De kooi* (zie figuur 44)

In gevangenschap kunnen de Afrikaanse treksprinkhanen het beste worden gehouden in een type kooi zoals deze ontworpen is door 'The Anti-Locust Research Council'. De kooi kan gemaakt worden van multiplex, of — beter nog — van spaanplaat voorzien van een laagje formica. De afmetingen zijn 40 x 40 cm met een hoogte van 60 cm.

Op een hoogte van 10 cm boven de bodem bevindt zich een rooster dat gemaakt moet zijn van 1 mm dikke geperforeerde zinkplaat. De perforaties mogen niet groter zijn dan 2,3 mm, omdat anders de jongste stadia kunnen ontsnappen. De voorkant is afgesloten met een glazen ruit die tot op het rooster komt. De 10 cm hoge ruimte onder het rooster is dus open, waardoor ventilatie van de kooi mogelijk is. Hiertoe moet ook in de bovenzijde van de kooi een ronde met gaas afgedekte opening zijn aangebracht.

In de open ruimte onder het rooster kunnen glazen buizen met zand worden geplaatst (zie tekening) waarin de dieren hun eieren kunnen leggen.

In de bovenplaat — die voor grondig schoonmaken van de kooi er geheel moet kunnen worden afgenomen — is een luikje aangebracht waardoor voedsel in de kooi kan worden gezet en de kooi dagelijks kan worden schoongemaakt. Een dergelijke kooi kan 500—1000 larven

(1e stadium) bevatten, waarvan zo'n 100—300 volwassen dieren zullen overblijven.

Meer dan 80—100 volwassen dieren kunnen in de kooi echter niet worden gehouden.

b. *De verwarming van de kooi*

Locusta migratoria leeft in een warm klimaat; de kooi moet dus verwarmd zijn. Dit gaat het beste met twee lampen (zie tekening) die tegen de achterzijde van de kooi zijn bevestigd; één in het leefgedeelte en één onder het rooster. Met een 60 W lamp boven het rooster en met een 25 W lamp eronder kan de kooi op 34° C gedurende de dag worden gehouden. Een van de lampen moet 's nachts uitgeschakeld worden, de temperatuur zal dan tot ongeveer 28° C dalen, afhankelijk van de temperatuur van de omgeving. Door een thermometer in de kooi te hangen kan de juiste lampenschakeling worden vastgesteld. De lampen moeten geaard zijn.

Kweekkooi voor *Locusta migratoria*

c. *Het voedsel*

Het juiste voedsel om *Locusta* te kweken en groot te brengen is een dagelijkse portie (niet vochtig) vers gras en een ondiepe schaal met droge tarwezemelen. Als het gras vers is, is het niet nodig extra water te geven. Het gras mag niet op de bodem van de kooi worden gestrooid, maar moet in een bundel gezet worden uit de buurt van de lamp (brandgevaar!).

In de winter als het gras droog is kan men de dieren bijvoeden met gehakte wortel, tomaat, of koolbladeren (zonder insecticiden!) en zemelen. Ook kan men een mengsel geven van 1 deel fijngehakt gedroogd gras, 1 deel zemelen, 1 deel magere melkpoeder en 1/10 deel gedroogde gist. Indien dit mengsel goed droog wordt gehouden kan het zeer lang worden bewaard. Hiernaast moet dan nog gehakte wortel, tomaat of koolbladeren worden gegeven.

De hoeveelheid vers gras die men dagelijks moet geven kan men het beste proef-ondervindelijk vaststellen. Als te weinig wordt gegeven kan kannibalisme gaan optreden. Te veel gras veroorzaakt echter een te hoge vochtigheid in de kooi, waardoor ziekten kunnen gaan optreden.

Het is noodzakelijk dagelijks vers voedsel te geven en de kooi eveneens dagelijks schoon te maken.

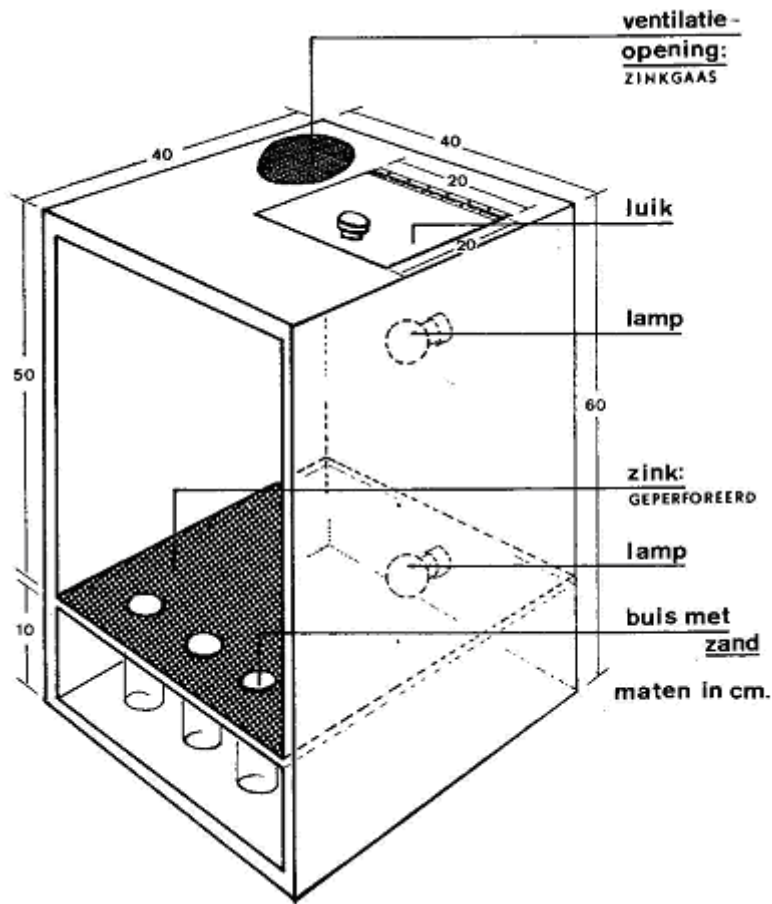


Fig. 44. Kweekkooi voor *Locusta migratoria*.

d. De vochtigheid

Indien droog voedsel wordt gegeven dient men een petrischaal met natte watten in de kooi te zetten. Meestal geeft het verse gras voldoende vochtigheid.

e. De inrichting van de kooi

Het is noodzakelijk dat er ruimschoots klimgelegenheid in de kooi aanwezig is in de vorm van vertakte twijgen of takken, waarop de diverse larvestadia in de buurt van de lamp kunnen rusten en vervellen.

f. De dagelijkse zorg

- het oude voedsel verwijderen
- de kooi schoonmaken (ontlasting wegnemen)
- vers gras en tarwezemelen geven
- gras niet in de buurt van de lamp zetten.

Deze handelingen kan men verrichten via het luikje in de bovenzijde van de kooi. De hoeveelheid toe te dienen voedsel hangt af van het aantal dieren in de kooi.

D. Suggesties voor onderzoek .

- morfologie van de sexen
- de functie van de monddelen (het verwerken van voedsel)
- het vliegen
- het gebruik van poten (klimmen)
- voortplantingsgedrag
- de copulatie
- het leggen van de eieren
- invloed van milieufactoren op de incubatietijd
- embryologie en groei
- meiose
- reuzenchromosomen
- anatomie ademhalingsorganen e.d.

A. Het hanteren van *Locusta*

a. *Studie morfologie*

Voordat een aantal sprinkhanen nodig zijn is het raadzaam de temperatuur van de kooi te laten dalen tot 20–25° C. Moeten lichaamsdelen nauwkeurig worden bestudeerd dan kunnen een aantal dieren in de lade van een ijskast (in een jampot) tot ongeveer 10° C worden afgekoeld of licht worden verdoofd met ether of chloroform.

b. *Verdoven*

Zet de dieren in een jampot die met een schroefdeksel kan worden afgesloten. Aan de binnenkant van de deksel moet een pluk watten worden bevestigd die bevochtigd is met ether of chloroform. De dieren in de pot laten tot ze op hun zij vallen.

c. *Doden en conserveren*

Indien er voldoende dieren aanwezig zijn kunnen voor dissectie een aantal exemplaren worden gedood. Ook voor een aantal andere practica is het beter dode dieren dan genarcotiseerde te gebruiken. De dieren kunnen worden gedood door ze in een afgesloten pot te plaatsen waarin zich een prop watten bevindt die gedrenkt is in een mengsel van 1 deel chloroform en 1 deel ether. Het mengsel uit de buurt van vuur houden. De dieren moeten tenminste 20 minuten in de pot blijven en kunnen daarna geconserveerd worden in een mengsel van 1 deel glycerol en 1 deel 70% ethanol.

F. *Uitwendige bouw*

- Bestudeer aan een dood exemplaar de uitwendige bouw van de treksprinkhaan. Het lichaam bestaat uit drie duidelijk te onderscheiden delen: kop, borststuk (thorax) en achterlijf (abdomen).
Er zijn drie paar poten, twee paar vleugels en een paar antennen.
De voorste vleugels bedekken de achterste.
De poten en vleugels bevinden zich aan de thorax.
- Tracht het 1e, 2e en 3e segment van de thorax te vinden.

Aan welk segment van de thorax zijn:

- de voorste vleugels bevestigd?
- de achterste vleugels bevestigd?
- het 1e paar poten, het 2e paar poten en het 3e paar poten te vinden?
Welke functionele verschillen zijn in de bouw van de poten terug te vinden?

Figuur 45 is een tekening van een volwassen mannetje waarvan de belangrijkste delen zijn weergegeven.

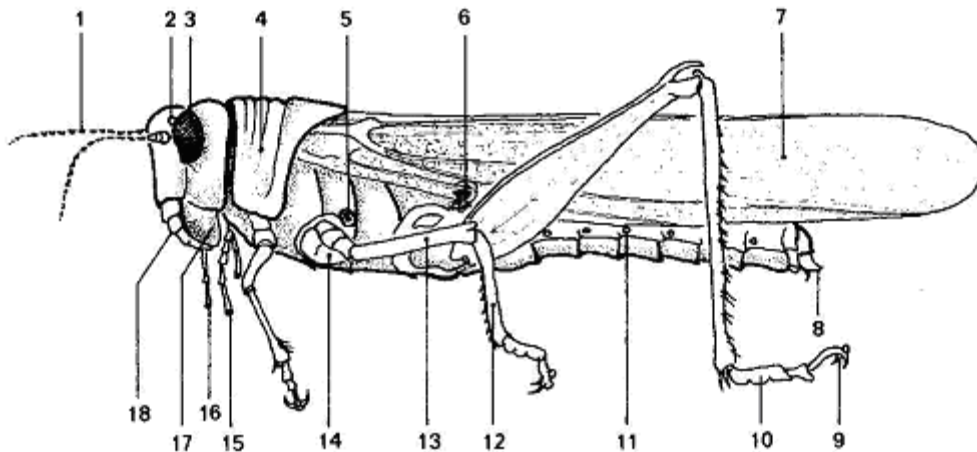


Fig. 45. *Schistocerca gregaria* L. (Woestijnsprinkhaan).

1. sprieten, 2 ocellus, 3 facet oog, 4; prothorax, 5. en 11. stigmata, 6. gehoororgaan, 7. vleugel, 8. copulatieorgaan en anale opening, 9. klauwtjes, 10. voet, 12. tibia, 13. femur, 14. trochanter, 15. taster van de tweede maxilla, 16. taster van de eerste maxilla, 17. mandibulae en 18. bovenlip (labrum).

- Bestudeer met behulp van een loep de plaatsing en de bouw van de samengestelde ogen en het enkelvoudige oog aan de voorzijde van de kop.
- Licht voorzichtig het labrum op (zie figuur 46 en 47); achter het labrum liggen de kaakachtige mandibulae.
- Prepareer een mandibula los en bestudeer met de loep de scherpe rand en de binnenzijde (ribbels: maalfunctie). (zie figuur 48).

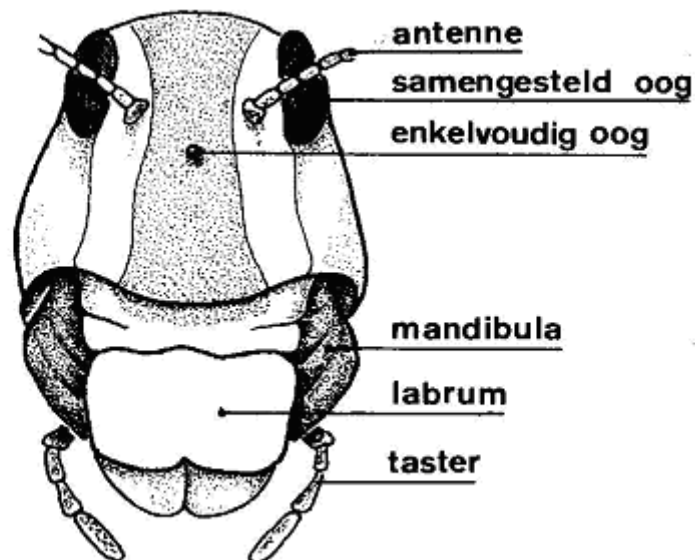


Fig. 46.
Kop van *Locusta* van voren gezien

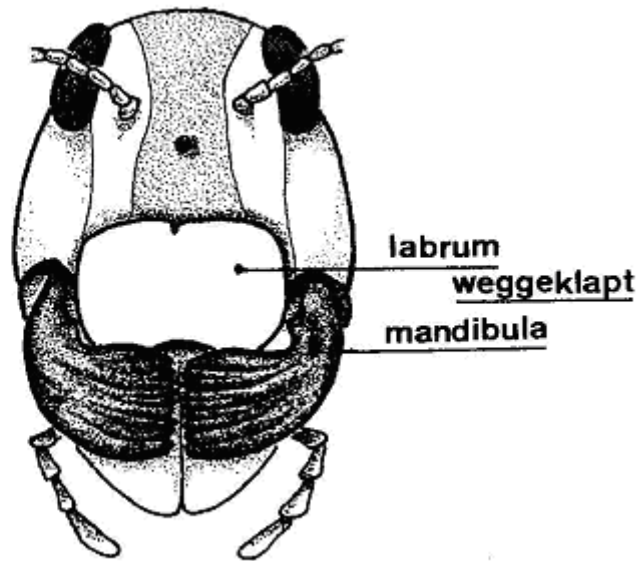


Fig. 47. Kop van *Locusta* met naar boven geklapt labrum waardoor de mandibulae zichtbaar zijn geworden.

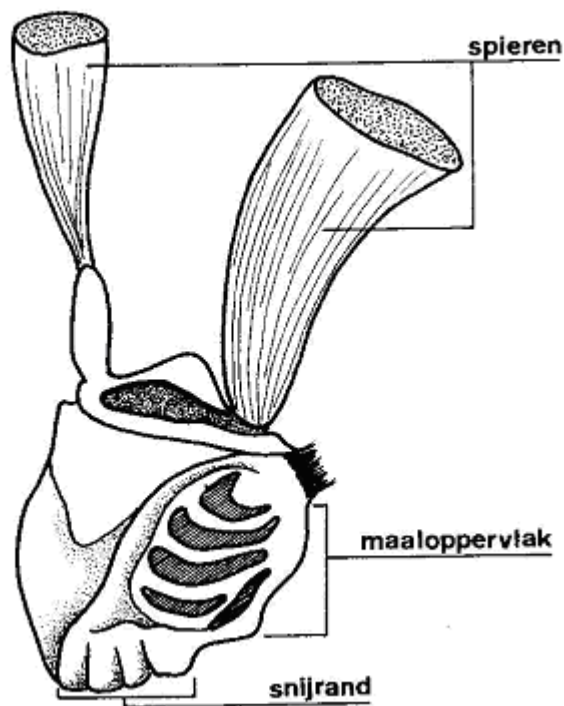


Fig. 48. Vrij geprepareerde mandibula van *Locusta*.

- Bestudeer een achterpoot. Zoek de delen die in figuur 49 zijn aangegeven. Tracht met behulp van een loep de zachte kussentjes (plantulae) aan de tarsus te vinden.
- Bestudeer de verbinding tussen femur en tibia.

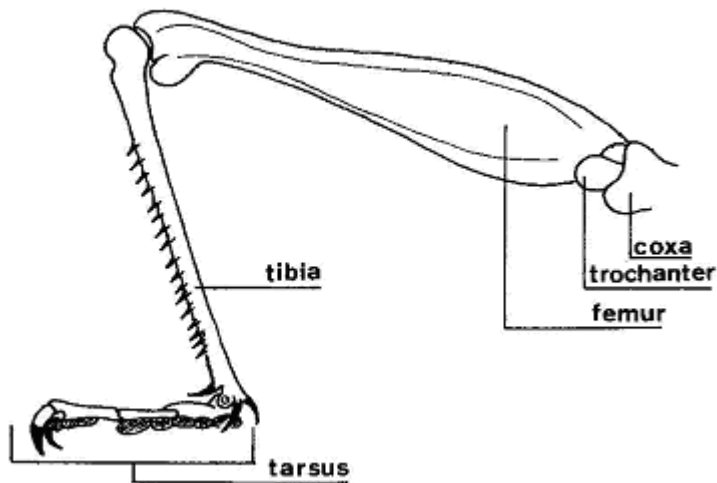


Fig. 49. Derde poot (springpoot) van Locusta.

- Stel met behulp van nevenstaande figuren het geslacht van het uitgereikte dier vast. Het verschil tussen mannetjes en vrouwtjes is gemakkelijk te zien. Het achterlijf van het mannetje eindigt in een grote wat omhoog gebogen sub-genitale plaat, terwijl het achterlijf van het vrouwtje twee spitse kleppen bezit. Bij volwassen dieren zijn de mannetjes geler van kleur dan de vrouwtjes en ook kleiner. Als ze geslachtsrijp zijn worden de vleugels van de mannetjes helder geel.
- Zet een dode treksprinkhaan in zijn normale houding in het midden op een harde wasplaat.
- Zet het dier vast door spelden door de poten en de thorax te steken.
- Knip de vleugels af.
- Neem het achtereinde van het abdomen tussen de punten van een pincet en strek het dier enigszins.
- Steek het achtereinde van het abdomen ook met een speld vast (zie figuur 52).
- Steek met een punt van een schaar tussen twee segmenten door het exo-skelet heen zoals door de gestippelde pijl is aangegeven in bovenstaande figuur.
- Knip tussen de twee segmenten aan een kant naar beneden en vervolgens naar voren zoals aangegeven door de stippellijn in figuur 52 (vooral net te laag). Licht, terwijl u knipt, met de onderste punt van het schaar de sprinkhaan enigszins op; de kans dat de inwendige organen beschadigd worden is dan het kleinst.

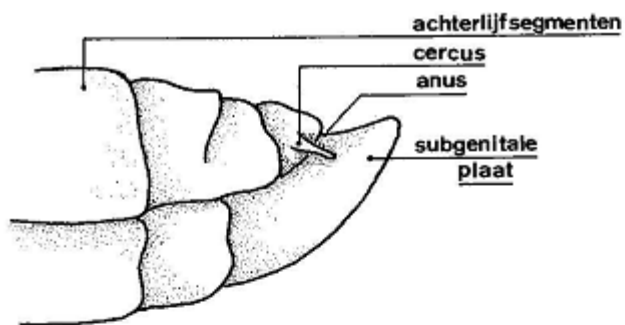


Fig. 50. Uitwendige genitalia van een mannetje van Locusta.

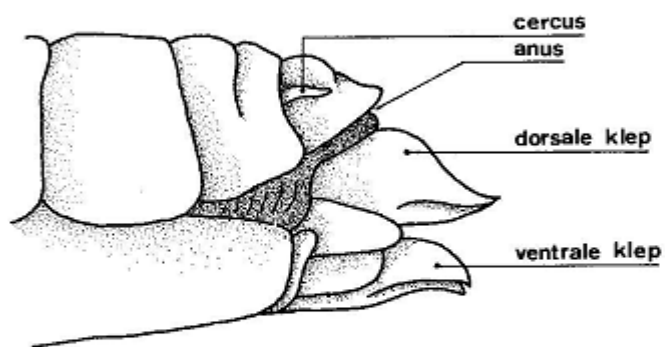


Fig. 51. Uitwendige genitalia van een vrouwtje van Locusta.

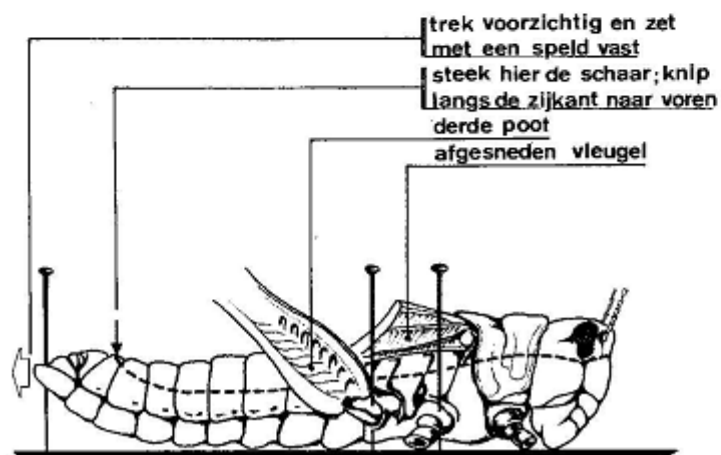


Fig. 52. Wijze van open prepareren van het achterlijf, borststuk en kop van Locusta.

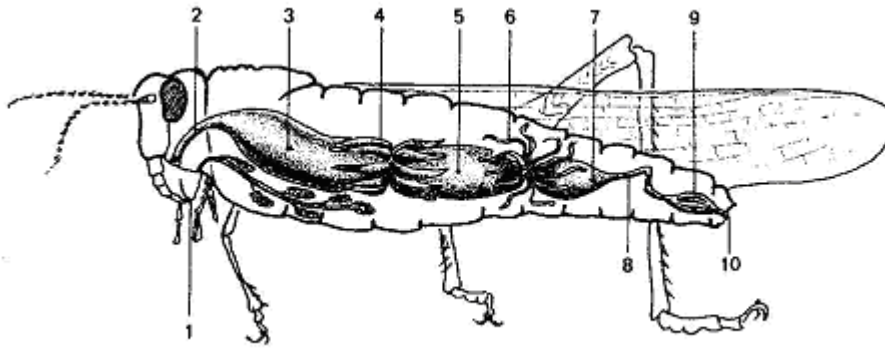


Fig. 53. *Schistocerca gregaria* L. (Woestijnsprinkhaan). Anatomie van de darm. 1. monddelen, 2. slokdarm, 3. voordarm, 4. klieren, 5. middendarm, 6. buizen van Malpighi, 7. einddarm, 8. colon, 9. rectum en 10. anus.

- Knip op dezelfde manier de andere zijde open en verwijder voorzichtig het losgeknipte deel van het exoskelet.
Maak eventueel eraan vastzittend weefsel met een sonde los.
- Onderzoek met behulp van een sonde de inhoud van het abdomen.
Beschadig de delen zo weinig mogelijk.
- Het spijsverteringskanaal is het meest opvallende deel. U kunt het enigszins oplichten, maar niet te hoog; het zit met veel kleine draadjes vast.
- Zoek de onderdelen van het spijsverteringskanaal zoals aangegeven in figuur 53.
- Het ademhalingsstelsel bestaat uit zilverkleurige (bevatten lucht) tracheeën.

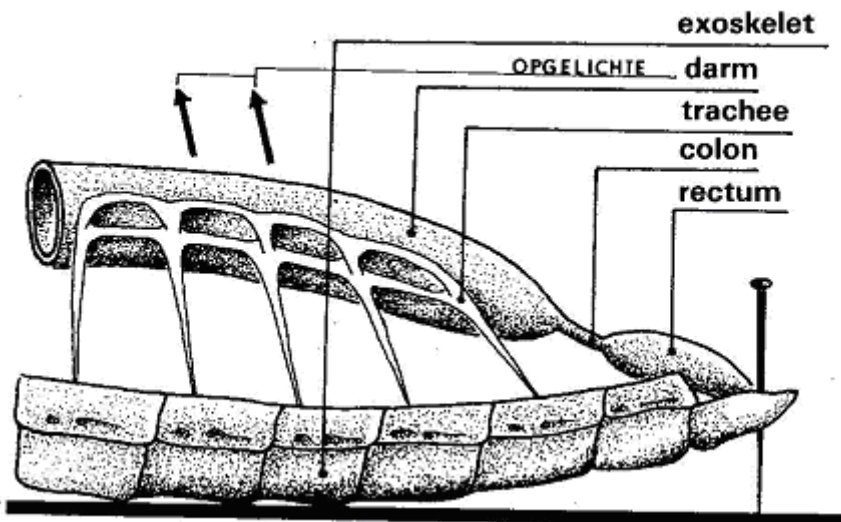


Fig. 54. Ligging van de tracheeën van *Locusta*.

- Onderzoek deze draden met behulp van een loep (onder water beter te zien!), (zie figuur 54). Waar vinden ze hun oorsprong?
Met welke organen zijn ze verbonden? Licht de middendarm enigszins op en kijk van de zijkant tegen de met lucht gevulde buisjes.
- In het abdomen treft men ook de ovaria (duidelijk gele lichaampjes) of de testes (witte vingervormige structuren) aan.
 - Knip met de schaar een stukje (5–10 mm) uit de middendarm. Zorg dat er tracheeën aan zitten. Knip het gedeelte van het exoskelet waar deze tracheeën naar toe lopen ook los (zie figuur 54).
 - Knip het stukje darm in de lengte open, leg het plat en spoel de resten van de inhoud weg.
 - Leg het preparaat op een objectglas in water en leg er een dekglas op.
 - Onderzoek met de microscoop de tracheeën. Volg de vertakkingen en tracht het punt van oorsprong in het exoskelet te vinden (kleinste vergroting en opvallend licht).
 - Verwijder het dekglasje en voeg methyleenblauwoplossing (in water) toe.
 - Wacht enige tijd, spoel dan de overtollige kleurstof af en leg er het dekglas weer op.
 - Onderzoek nu de darmwand opnieuw.
 - Tracht in de omgeving van de tracheeën cellen te vinden.

IB-30 De voorn

A. Het uiterlijk (*habitus*)

Het lichaam bestaat uit kop, romp en staart. Het is gestroomlijnd (geen hals).

Als grens tussen romp en staart wordt de anale opening aangenomen. De vinnen zijn te onderscheiden in ongepaarde (rugvin, staartvin en anale vin) en gepaarde (borstvinnen en buikvinnen). Ze worden gesteund door vinstralen, waarvan de meeste naar het uiteinde toe vertakt zijn. De huid is versterkt door de dakpansgewijs over elkaar liggende beenschubben, die in de lederhuid liggen. Er overheen ligt de dunne, niet verhoorde, slijmerige opperhuid.

B. Zintuigen

Let erop hoe bij de ogen de huid overgaat in het doorzichtige hoornvlies.

Bekijk iris en pupil.

Ga door sonderen na of er verbinding bestaat tussen de neusgroefjes en de mondholte.

Onder de schubben van de zijlijn ligt het zijlijnkanaal, dat door middel van kleine buisjes (loep) dóór de schubben heen in verbinding staat met de buitenwereld.

Hiermee kan het dier zeer geringe stromingen in het water waarnemen.

Van het gehoor- en evenwichtsorgaan is uitwendig niets te zien.

C. Ademhaling

Het ademhalingswater stroomt via de bek, de mondholte en de kieuwdarm (pharynx) tussen de kieuwen door en verlaat het lichaam door de kieuwspleet (sonderen!).

Til het kieuwdeksel op en bekijk de ligging van de kieuwen.

D. Ingewanden

- Knip met een schaar (stompe punt naar binnen) zeer voorzichtig de buikwand open: begin vlak voor de anale opening en knip dan volgens de middellijn tot

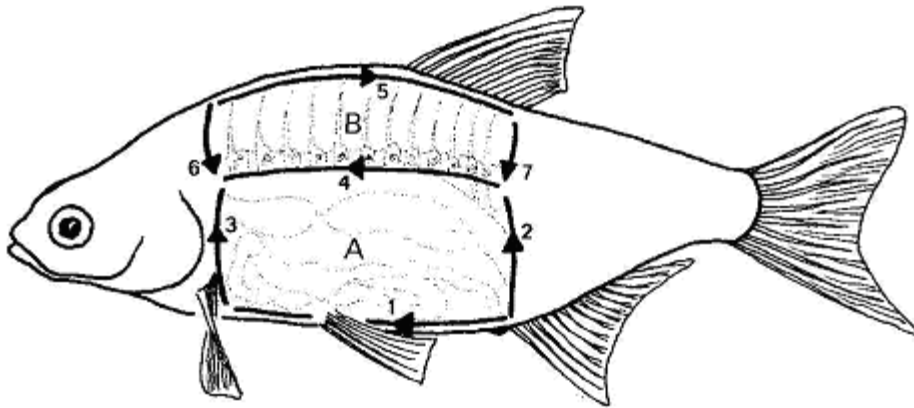


Fig. 55. De wijze van open prepareren van de lichaamsholte van de voor.

vlak achter de schoudergordel. Pas op dat de ingewanden niet beschadigd worden! (Snedes 1 zie figuur 55).

- Leg het dier nu op zijn rechterzijde en maak de sneden 2 en 3, ook weer zonder de onderliggende organen te beschadigen.
- Knip vervolgens via 4 het venster A geheel los (niet te ver dorsaal).
- Breng vervolgens de sneden 5, 6 en 7 aan; deze mogen niet tot in de buikholte reiken, doch slechts tot op de wervels en ribben!
- Nu worden in de vierhoek B alle spieren van de eronder liggende skeletdelen gesneden alsof de vis gefileerd wordt. Op deze wijze komt de wervelkolom bloot te liggen met de daaraan gehechte ribben. Deze worden voorzichtig stuk voor stuk doorgeknipt bij hun plaats van aanhechting aan de wervelkolom; niet te diep knippen, want vlak hieronder ligt de nier.

Vervolgens worden de losgeknipte ribben voorzichtig verder losgeprepareerd van de onderliggende organen (bovenaan beginnen).

Nu zijn de volgende organen in de buikholte zichtbaar:

- a. de zwemblaas die uit twee afdelingen bestaat.
- b. het darmkanaal dat ventraal in een lus ligt; in de vliezen (mesenterium), waarin de darm hangt, is heel vaak vet opgeslagen.
- c. de geslachtsklier, hetzij mannelijk (testis, oppervlak glad, hom), hetzij vrouwelijk (ovarium, oppervlak korrelig, kuit) ligt tussen darmkanaal en zwemblaas in.
- d. leverlobben, vooraan, om het darmkanaal heen.
- e. milt, idem, donkerrood, niet altijd gemakkelijk te onderscheiden.
- f. nier, dorsaal van de zwemblaas; het is een langgerekt orgaan dat helemaal vooraan is opgezwollen.

E. Uitgelegd darmkanaal

- Maak voorzichtig de darm los uit zijn ophangvliezen en omgevend vet.
- Haal de lus eruit zonder de darm te beschadigen en sla deze naar buiten uit (hierbij blijft de darm voor en achter vastzitten).
- Leg hierna ook voorzichtig de drie leverlobben uit elkaar, die aan de darm vast moeten blijven zitten. Zoek de groenige galblaas open de donkerrode milt.
- Til nu voorzichtig de linker geslachtsklier van voren af uit de buikholte en sla hem naar de rugzijde van het dier om.
- Zoek nu het dunne verbindingsbuisje tussen zwemblaas en slokdarm. Na het tekenen kan dit verbindingsbuisje doorgeknipt worden: bij druk op de zwemblaas ontwijken gasbelletjes.

F. Urogenitale stelsel

- Verwijder darmkanaal en zwemblaas voorzichtig. Laat de nier op zijn plaats. Alleen een groef in de lengterichting duidt nog aan dat de nier uit een linker en een rechter is ontstaan.
- Zoek de beide urineleiders die links en rechts het achterste gedeelte van de nier begrenzen. Zij komen naar achteren toe samen in een kleine urineblaas die uitmondt op de urogenitale papil, vlak achter de anus. Hier monden ook de geslachtsklieren uit.

G. Bloedvaatstelsel

- De lichaamsholte wordt aan de voorzijde begrensd door een stevig vlies, dat tevens de achterzijde vormt van het hartzakje waarin het hart ligt.
- Neem hier voorzichtig de linker lichaamswand zover weg dat het hart zichtbaar wordt.
- Knip dan het kieuwdeksel en een deel van de kieuwen weg en ook het linkerdeel van de schoudergordel, zodat het hart met omgeving vrij komt te liggen. Het (zuurstofarme) bloed komt uit het lichaam via de twee hoofdadere (ductus Cuvieri), stroomt door het atrium (donkerrood, slapwandig, ongeveer driehoekig; = boezem), de ventrikel (lichtrood, dikwandig, meer ovaal; = kamer) en de bulbus arteriosus (lichtrood, vóór de ventrikel) naar de aorta (ventralis), vandaar via de kieuwen naar de aorta (dorsalis) en via deze naar het lichaam.

Indien men niet de beschikking heeft over (vrij dure) scalpels en dergelijke zou men gebruik kunnen maken van scheermesjes die aan één zijde in een houdertje zijn gevat. Ook valt te denken aan het gebruik van Stanley messen.

IB-31 De cavia (eventueel rat of muis)

A. Het uiterlijk (habitus)

Het lichaam bestaat uit kop, hals, romp, staart en voorste en achterste ledematen. De kop eindigt in een snuit met lange voelharen. De bovenlip is gespleten, waardoor de lange snijtanden zichtbaar worden. Op de grens van romp en staart ligt aan de onderzijde (ventraal) de anus. Bij mannetjes ligt ventraal van de anus een zakvormige uitstulping, het scrotum, dat de zaadballen (testes) bevat. Is de staart bezet met schubben en haren?

B. De ligging van de ingewanden

- Maak de haren van het dier nat en leg het op de rug.
- Knip aan de buikzijde de huid over de middellijn open vanaf de uitwendige geslachtsorganen tot aan de hals.
- Prepareer de huidlappen los; knip daarbij de huid in bij de poten, zodat de lappen zijwaarts uitgeslagen kunnen worden.
- Stel door betasten de achterste grens van borstbeen en ribben vast. Over de gehele lengte aangehecht op het borstbeen ligt de driehoekige borstspier, die naar het opperarmbeen loopt. Zij drukt het opperarmbeen neer en trekt het terug.
- Open nu de buikholte door een knip midden overlangs de buikwand vanaf de uitwendige geslachtsorganen tot de achterste grens van het borstbeen.
- Neem vervolgens links en rechts een smalle reep van de buikwand weg, waardoor organen van de lichaamsholte zichtbaar worden in hun natuurlijke ligging.

De lever is donkerrood en bestaat uit vier lobben van verschillende grootte. Een galblaas ontbreekt bij de cavia, kleine buisjes van de lobben verenigen zich tot een galbuis.

De maag is links (van het dier uit bekeken), grotendeels onder de lever gelegen, witachtig. De dunne darm is sterk gekronkeld, er overheen ligt een los vlies met vetweefsel erin; dit vlies moet opzij geslagen worden.

De blinde darm is een sterk opgeblazen orgaan, rechts achter de maag.

Links achter de maag ligt de milt, donkerrood en langgerekt.

- Vervolgens wordt de borstholte geopend, door de ribben aan één zijde door te knippen, echter niet doorgeknijpt worden de voorste rib en de achterste drie. Het doorknippen dient te gebeuren ongeveer te halver hoogte tussen borstbeen en wervelkolom.
- Vervolgens wordt het stuk borstbeen met ribben zeer voorzichtig (!) losgemaakt van de onderliggende organen, waarbij het borstbeen vooraan en achteraan wordt doorgeknijpt.
- Tenslotte worden ook aan de andere zijde de ribben doorgeknijpt, zodat het gehele stuk borstwand kan worden weggenomen.
- Men ziet nu het vliezige hartzakje, dat het hart omgeeft. Knip het voorzichtig open en verwijder de ventrale delen ervan. Bekijk nu het hart. Er aan te onderscheiden zijn de ventrale delen van de linker en rechter boezem en de sterk gespierde kamer. Tussen linker en rechter kamer is uitwendig geen grens te onderscheiden. De longen liggen links en rechts van het hart. Het middenrif is een dunne naar voren bol staande spierplaat, die borst- en buikholte van elkaar scheidt.

C. Uitgelegd darmkanaal

- Zoek nu eerst, zonder iets te snijden of te knippen, door de ingewanden met de vingers te verplaatsen, de volgende organen op: de slokdarm treedt door het middenrif heen en mondt uit in het midden van het vooreinde van de maag. De maag is boonvormig. Het voorste gedeelte van de maag is beweeglijk en dunwandig, eventuele etensresten schemeren door. De rest van de maag is ondoorschijnend, hier worden zoutzuur en pepsine afgescheiden. Het voedsel verlaat de maag naar de darm via de portier.
- Het op de maag volgende deel van de darm heet twaalfvingerige darm (duodenum). Deze vormt een U-vormige lus, die gedeeltelijk onder de leverlobben ligt. Het vlies, dat de delen van het duodenum verbindt, moet intact gelaten worden omdat daarin het klierweefsel van de alvleesklier (pancreas) gelegen is. Dit is geen compact orgaan, maar samengesteld uit talloze lobben. De milt is een donkerrood smal orgaan, links van de maag.
- De dunne darm (ileum) is in een vlies opgehangen; let op, hoe dit vlies dienst doet voor de bloedvoorziening van de darm. Het bloed, dat de voedingsstoffen in de darmwand heeft opgenomen, wordt door de poortader naar de lever gevoerd.
- Op de plaats waar de dunne darm overgaat in de dikke darm (colon) is een wijde zak, de blinde darm (caecum). De dikke darm gaat naar achteren over in de einddarm (rectum), waarin faeces-balletjes voorkomen.
- Knip de slokdarm nu dicht bij het middenrif door.
- Knip de einddarm ongeveer 2 cm voor diens einde door en prepareer vervolgens de maag met het darmstelsel als één geheel uit de buikholte vrij.
- Spreid dit preparaat vervolgens zodanig onder water uit, dat alle genoemde onderdelen zo goed mogelijk te zien zijn.
-

D. Uitscheidingsorganen

- In de buikholte liggen aan de rugzijde (dorsaal) de nieren; zij zijn boonvormig. De nieren liggen asymmetrisch. De plaats, waar de bloedvaten en urineleider

in- en uittreden, heet de hilus. De urineblaas is een ongepaarde blaas, in het midden achter in de lichaamsholte gelegen; deze lijkt klein, doordat de spierwand samengetrokken is. De urineleider (ureter) loopt als een dun buisje van de hilus van de nier naar de urineblaas en wordt duidelijk zichtbaar door aan de urineblaas te trekken. Rechter en linker urineleider monden afzonderlijk in de blaas uit.

Er omheen liggen bij het mannetje enige gepaarde klieren, die bij de geslachtsorganen horen. Boven aan het vooreinde van de nier liggen, ingebed in vetweefsel, de bijnieren; kleine bolletjes, welke hormonen afscheiden.

- Vervolg de rechter urineleider geheel; verwijder daarbij om de nier vliezen en vetweefsel, zodat de plaats waar ader, slagader en urineleider uitmonden duidelijk te zien is.
- Knip vervolgens de urineleider halverwege door en prepareer de nier met een deel van de urineleider los.
- Maak nu met behulp van een scheermesje te beginnen bij de hilus, een overlappende snede door deze nier, zodat deze verdeeld wordt in twee symmetrische helften.
- Spoel de nier schoon. De schors is de buitenste laag en bevat onder andere de glomeruli. Het merg is de binnenste laag, duidelijk fijn gestreept door de radiaal verlopende nierkanaaltjes, die samenkomen in de piramide en dan de urine lozen in het nierbekken.

IB-32 Microscopische herkenningreacties

- Voer onderstaande reacties uit op microscopische preparaten van de ui, een twijgje, een erwit of boon (die 24 uur in water is geweekt), een tarwekorrel en een stukje kurk.
N.B. Telkens aan een nieuw preparaat de reacties uitvoeren.
- Vergelijk het gekleurde preparaat steeds met een ongekleurde coupe van hetzelfde object.
Zorg dat de onderkant van het voorwerpglas goed droog is voordat het op de objecttafel wordt gelegd, ook op het dekglas mogen geen chemicaliën aanwezig zijn. Na iedere reactie de objectieven reinigen.
- Neem de tabel op pagina 102 over in uw werkschrift.
- Geef in deze tabel een positieve reactie aan met + en een negatieve reactie met —.

A. Cellulose

Als indicator wordt jood-zinkchloride (= chloorzinkjodium) gebruikt.

Samenstelling jood-zinkchloride: Los 20 gram zinkchloride¹), 6,5 gram kalium-jodide²) en 1,3 gram jood³) op in 10 ml aqua dest.

De totale concentratie van jood-zinkchloride moet ongeveer 65% bedragen.

Daalt deze beneden 60%, dan vindt de reactie slecht of in het geheel niet plaats.

Omdat het reagens zeer hygroscopisch is moet de fles goed gesloten blijven.

De oplossing in een donkere fles bewaren; zij bederft echter toch na een paar maanden.

- Breng het preparaat direct in een druppel jood-zinkchloride op een voorwerpglas en leg er een dekglas op.
- Bestudeer het preparaat bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.
Bij een positieve reactie zien we een blauw-paarse kleur.

B. Houtstof (lignine)

- Leg het preparaat 3 minuten in een 2% oplossing van floroglucinol⁴) in ethanol⁵).
- Daarna 1 minuut in een 5% zoutzuuroplossing⁶).
- Verwijder het zoutzuur met filtreerpapier.
- Bekijk het preparaat in een druppel glycerol⁷), nadat u er een dekglas hebt opgelegd, bij een vergroting van 200x eventueel 400x.
- Als de reactie positief is zien we een rode kleur.

C. Glucose

- Het preparaat in een druppel Fehling's reagens op een voorwerpglas brengen en boven een vlam voorzichtig opkoken.
 - Leg er een dekglas op.
 - Bekijk het preparaat bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.
- Als de reactie positief is zijn er rode kristallen van koper(1)oxide te zien.

De stamoplossingen A en B van Fehling's reagens zijn in de handel verkrijgbaar.

Men kan ze ook zelf samenstellen:

Stamoplossing A: Los 35 gram kopersulfaat⁸) op in 500 ml aqua dest.

Stamoplossing B: Los 173 gram kaliumnatriumtartraat (seignettezout)⁹) en 50 gram natriumhydroxide¹⁰) op in 500 ml aqua dest.

De oplossingen A en B worden kort voor de uit te voeren reactie bij elkaar gevoegd.

Deze oplossing is blauw maar wordt met sommige suikers geheel of gedeeltelijk ontkleurd, terwijl een groen, geel of rood neerslag wordt gevormd.

D. Zetmeel

- Leg het preparaat op een voorwerpglas in een druppel jood-kaliumjodide oplossing (= jood-joodkaliumoplossing).
 - Bekijk het preparaat bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.
- Bij blauwkleuring is de reactie positief.

Jood-kaliumjodide oplossing: Los 2 gram KI²) op in 5 ml aqua dest.

Voeg 1 gram jood³) toe. Verdun daarna met aqua dest. tot 300 ml.

E. Eiwit

Deze stof kan worden aangetoond met behulp van de Biureet-reactie en de Xantoproteïne-reactie.

Biureet-reactie:

- Leg het preparaat in een 1 % kopersulfaat-oplossing⁸).
 - Spoel het preparaat enige minuten in water.
 - Breng het in een druppel van een 50% KOH-oplossing¹¹) op een voorwerpglas.
 - Leg er een dekglas op.
 - Bekijk het preparaat bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.
- Als de reactie positief is ziet u een vuilrode kleur.

Xantoproteïne-reactie:

- Breng het preparaat op een voorwerpglas in een druppel 66% HNO₃¹²).
- Verwarm het voorzichtig.
Positieve reactie: geel.
- Leg daarna het preparaat in een druppel van een 25% NH₃-oplossing¹³).
- Bekijk het preparaat in beide gevallen bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.

F. Vet

Deze stof kan worden aangetoond met Sudan III: In 100 ml isopropanol¹⁴⁾ lost men ongeveer 0,2 gram Sudan III¹⁵⁾ op.

Deze stamoplossing wordt voor gebruik met dezelfde hoeveelheid aqua dest. gemengd.

- Leg het preparaat ongeveer 15 tot 20 minuten in de kleurstofoplossing.
- Spoel het in aqua dest.
- Breng het in een druppel glycerol⁷⁾ op een voorwerpglas.
- Leg er een dekglas op.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 200x, eventueel 400x.
Als de reactie positief is zien we een rode kleur.

Notities voor de amanuensis:

1. $ZnCl_2$, zinci chloridum. Ph. Ned. VI
2. KI, potassium iodure purum of Iodetum kalicum Ph. Ned. VI
3. I_2 , jood bigesublimeerd, pro analisi
4. $C_6H_6O_3 \cdot 2H_2O$, floroglucinol, pro analisi
5. C_2H_5OH , spiritus fortior, ± 96 vol.%, s.g. $\pm 0,808$ Ph. Ned. VI
6. HCl, acidum chloridricum purissimum s.g. $\pm 1,19$
7. $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2OH$, glycerinum, s.g. 1,23 Ph. Ned. VI
8. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, cupri sulfas cyrstallisatus, Ph. Ned. VI
9. $KNaC_4H_4O_6$, tartras kalico-natricus crystallisatus, Ph. Ned. VI
10. NaOH, natrii hydroxydum in rotulis, purum
11. KOH, kalli hydroxydum in rotulis, purissimum
12. HNO_3 , acidum nitricum purissimum, s.g. 1,40
13. NH_4OH , ammonia purrissimum, s.g. 0,91
14. $(CH_3)_2 \cdot CHOH$, alcohol isopropylicus, s.g. 0,785, kookpunt 81-84° C.
15. sudan III voor microscopie

Ph. Ned. — Pharmacope Neerlandica (Receptenboek voor Ned. Apothekers)

Het insluiten van het preparaat.

Het preparaat kan worden ingesloten zoals in 1B-24 is aangegeven.

Indien hieraan behoefte bestaat kan een andere methode worden gebruikt, die meer duurzame preparaten oplevert. Daarbij gaat men als volgt te werk:

- De coupes opvangen in water en selecteren op dikte.
- De beste coupes overbrengen in ethanol 70%.
- Na enkele minuten overbrengen in ethanol 100%⁵⁾ (absolute alcohol), waarin ze moeten ontwateren.

Dit geschiedt het vlugste door de coupes enige minuten in een gesloten cuvette in de absolute alcohol wat te bewegen (niet schudden).

Wanneer ze voldoende ontwaterd zijn, zullen ze bij overdracht in xylol geen troebeling veroorzaken. Wel zal de aanhangende alcohol zich in heldere slierten mengen met de xylol. Zijn ze onvoldoende ontwaterd, dan dient men een nieuw bakje met absolute alcohol te nemen. De kwaliteit van de absolute alcohol met betrekking tot de aanwezigheid van restanten water is ook te controleren aan de hand van een optredende troebeling bij menging met xylol.

In deze watervrije xylol of xyleen kan men de coupes weken lang bewaren tot men de gelegenheid heeft ze in te sluiten in canadabalsem (caedax is een synthetisch met canadabalsem vergelijkbaar product).

Men gebruikt hiervoor een oplossing van gelijke delen canadabalsem en xylol.

- Breng enige druppels van deze vloeistof op een volledig schoon voorwerpglas.
- Breng hierin de coupe met de aanhangende xylol.

Door deze methode kan men bij het opbrengen van een goed gereinigd dekglas het ontstaan van luchtballen voorkomen. De xylol zal spoedig verdampen, zodat de canadabalsem-oplossing onder het dekglas wel aangevuld moet worden. Na enige dagen zullen de preparaten verhard zijn en zijn ze te gebruiken.

Tabel

Deel van:	uiencel	twijgje	erwtencel	tarwekorrel	kurkcel
cellulose	wand: +				
houtstof					
glucose					
zetmeel					
eiwit					
vet					

IB-33 Fysische organisatie

Elk fysisch systeem dat bestaat uit een medium dat deeltjes bevat kan ofwel een oplossing, of een colloïde, of een suspensie worden genoemd, naar gelang van de grootte van de deeltjes in het medium, en andere eigenschappen (zie tabel 1 op pag. 103).

- a. Oplossing:** Homogeen mengsel met een vloeistof. De deeltjes 'verdwijnen' in de vloeistof en zijn kleiner dan $0,001 \mu$
- b. Colloïde:** De deeltjesgrootte loopt van $0,001$ // tot $0,1 \mu$.
De zwaartekracht zou de deeltjes neerslaan, ware het niet dat ze door Brownse beweging en elektrische krachten in oplossing bleven.
- c. Suspensie:** De deeltjes zijn gemiddeld groter dan $0,1 \mu$.
De zwaartekracht kan zulke deeltjes uit het medium doen neerslaan (klei in water).

Algemeen spreekt men van **dispersiemiddel** indien het medium wordt bedoeld; van **gedispergeerde** stof indien de in het medium gebrachte deeltjes zijn bedoeld.

Met **dispersiegraad** duidt men de deeltjesgrootte aan: bij fijne deeltjes spreekt men van hoge dispersiegraad en bij grove deeltjes van een lage dispersiegraad.

Zowel het dispersiemiddel als de gedispergeerde stof kunnen in gas, vloeibare en vaste fase voorkomen en dit kan een aantal vormen van colloïdale oplossingen opleveren, (zie tabel 2 op pag. 103).

Tabel 1

	Suspensie	Colloïdale oplossingen	Ware oplossingen
Voorbeelden	klei -of roet-deeltjes in water	gelatine of stijfzel opgelost in water	pekkel suikerwater
middellijn van de deeltjes	1 μ -0.10 μ	0,1 μ -0,001 μ	0,001 μ - 0,0001 μ
aantal atomen per deeltje	meer dan 1 1.000.000.000	1000-1 miljard	1-1000
zichtbaarheid van de deeltjes	microscopisch zichtbaar	microscopisch onzichtbaar, wel beeld in elektronenmicroscop	microscopisch onzichtbaar, geen beeld in elektronenmicroscop
bestendigheid	spontane ontmenging	betrekkelijk stabiel	stabiel
beweging van de deeltjes	onderworpen aan de zwaartekracht	Brownse beweging	eigen beweging
vriespuntsverlaging en kookpuntsverhoging	geen	geen of zeer gering	groot
filtrereerbaarheid van de deeltjes	af te filtreren	niet af te filtreren, wel tegen te houden door dialyse	niet af te filtreren of tegen te houden door dialyse

Tabel 2

Vorm van het dispersemiddel	Vorm gedispergeerde deeltjes	Naam van het systeem	Voorbeelden
gas gas	gas vloeibaar	nevel	fijne druppeltjes in lucht gecondenseerde waterdamp; slaan deze op stofdeeltjes neer dan ontstaat mist
gas	vast	rook	
vloeibaar vloeibaar vloeibaar	gas vloeibaar vast	schuim emulsie suspensie of sol	zeepschuim, schuim op bier melk (vetbolletjes in water) klei in water stijfzel water, eiwitoplossingen
vast vast vast	gas vloeibaar vast	vast schuim gel vast sol	puijsteen gelei, kaas robijn glas (goudsol in glas)

IB-34 Begrippenlijst

- A. abiotische factoren** alle invloeden die door de niet-levende omgeving op een organisme worden uitgeoefend, zoals temperatuur, vochtgehalte, bodemgesteldheid, zoutgehalte, e.d.
- accommoderen het instellen van de ooglens op veraf of dichtbij, zodat de beelden zo scherp mogelijk op het netvlies komen
- amyloplast kleurloze, zetmeel bevattende plastide
- amylum zie zetmeel
- angiospermen zie 'bedektzadigen'
- ATP adenosinetrifosfaat; chemische verbinding die voor de energie-overdracht in de cel zorgdraagt
- B. bedektzadigen** angiospermen: planten waarbij de zaadknoppen (= zaadbeginsel) in een vrijwel afgesloten vruchtbeginsel zitten; worden verdeeld in een- en tweezaadlobbigen
- biocoenose levensgemeenschap: alle levende wezens die met elkaar een bepaald gebied bewonen
- biotische factoren alle invloeden die door de levende omgeving op een organisme worden uitgeoefend, zoals organisch voedsel, predatoren, parasieten, symbionten, e.d.
- bladgroenkorrel zie 'chloroplast'
- bouwplan de ligging en het onderlinge verband van organen en orgaanstelsels bij een (meestal systematische) groep organismen
- C. celkern** organel in vrijwel alle levende cellen, dat het erfelijk materiaal bevat en van waaruit de celprocessen gestuurd worden
- cellulair a. uit cellen bestaand
b. in één cel aanwezig zijnde
c. c. de cel betreffend
- cellulose polysaccharide met een molecuulmassa van 200.000—500.000; het is opgebouwd uit glucose-moleculen
- celmembraan de buitenste begrenzing van het cytoplasma bij dierlijke cellen, bestaande uit elementaire membraan (zie ook plasmalemma)
- celwand de zich bij plantaardige cellen buiten het plasmalemma bevindende wand. Deze wand kan uit lagen bestaan, die dan primaire, secundaire en tertiaire celwand heten. Celwanden bestaan voor ca 50% uit cellulose
- centriolen paarsgewijs bij de celkern van dierlijke cellen liggende organellen die een rol spelen bij het ontstaan van de kernspoel
- chlorofylkorrel zie 'chloroplast'
- chloroplast plastide die een groen pigmentmengsel bevat, waarvan chlorofyl het voornaamste bestanddeel is (= bladgroenkorrel — chlorofylkorrel). In chloroplasten heeft fotosynthese plaats
- chromatine draderige structuur in een celkern, voornamelijk bestaande uit DNA en eiwit
- chromoplast plastide met een rood, oranje of geel pigmentmengsel
- chromosoom een tijdens de celdeling kleurbaar lichaampje dat uit chromatine ontstaat; het komt meestal voor in paren en is de drager van de erfelijke aanleg

coleoptiel	schede, die het stengelvegetatiepunt van embryo's van een zaadlobbige omhult en na de kieming doorbroken wordt
cotylen	zaadlobben. Zie 'zaadlob'
coupe	schijfje van een orgaan, weefsel of cel dat dun genoeg is om licht door te laten en daardoor lichtmicroscopisch bestudeerd kan worden
cryptogamen	groep niet-bloemdragende planten. Deze groep omvat wieren, schimmels, mossen en varens
cytologie	celleer
cytoplasma	visceuze substantie, bestaande uit water waarin organische en anorganische stoffen kolloïdaal en niet-kolloïdaal opgelost aanwezig zijn en waarin zich de celorganellen bevinden
D. diafragma	bij optische instrumenten aanwezige lichtdoorlatende opening, waarvan de diameter meestal regelbaar is
diagram	(meestal loodrecht) assenstelsel, waarin wordt aangegeven hoe een grootheid in relatie tot de verandering van een andere grootheid verandert
dicotylen	= tweezaadlobbigen: zaadplanten waarvan het embryo twee zaadlobben draagt en die in volwassen toestand meestal 2 of 5-tallige bloemen en veer- en handnervige bladeren bezitten
dictyosomen	zie 'Golgi-apparaat'
differentiatie	proces, waarbij jonge cellen in- en/of uitwendig veranderingen ondergaan, waardoor specialisatie voor een bepaalde taak in het organisme optreedt
DNA	deoxyribonucleïnezuur (deoxyribonucleicacid): chemische verbinding waarin de erfelijke informatie is vastgelegd
E. ecologie	wetenschap die de relaties tussen organismen onderling en het milieu bestudeert
ecosysteem	biocoenose + het milieu waarin die biocoenose voorkomt
eenzaadlobbigen	zie 'monocotylen'
eivlies	zie 'integument'
eiwit	zie 'proteïne'
elementair	grenslaag in en om levende cellen, bestaande uit de lagen
membraan	proteïne-lipide-lipide-proteïne
endocytose	de opname van extracellulaire deeltjes bij dierlijke cellen door vacuolevorming vanuit de celmembraan. Men onderscheidt fagocytose en pinocytose
endoplasmatisch reticulum (ER)	systeem van onderling verbonden holten in het cytoplasma, omgeven door elementair membranen, waartegen de ribosomen kunnen liggen
endosperm	reservevoedsel, dat zich buiten de zaadlob(ben), doch binnen de zaadhuid van zaden bevindt
enzym	biokatalysator; door levende organismen geproduceerde reactieversneller, die zowel in als buiten de cel werkzaam kan zijn
exocytose	de afgifte van intracellulair materiaal door versmelting van vacuolen met de celmembraan. Zie secretie
extracellulair	zich buiten de cel bevindend

F.	fagocytose	de opname van extracellulaire vaste deeltjes door dierlijke cellen
	fagosoom	cellulair blaasje, gevormd door versmelting van een lysosoom met een voedingsvacuole
	fanerogamen	(letterlijk: met zichtbare bevruchting), alle bloemdragende planten
	fixeren	het zodanig behandelen van levend materiaal dat de voor het leven kenmerkende structuren zo veel mogelijk intact blijven; het gebeurt meestal met chemische middelen (ijsazijn, ethanol)
	fylum	systematische groep welke uit klassen is opgebouwd, bijvoorbeeld: het fylum der Geleedpotigen omvat onder meer de klassen der spinnen en insecten
G.	Golgi-apparaat	in cytoplasma voorkomend systeem van platte blazen, met als voornaamste functie de productie van vesiculi welke organische macromoleculen bevatten die door de cel kunnen worden afgescheiden (secretie of exocytose)
	Golgi-vesiculi	van het Golgi-apparaat afgesnoerde kleine blaasjes, welke zich met de producten naar de buitenste gebieden van de cel bewegen
	grafiek	de lijn in een diagram die het verband tussen de 2 grootheden aangeeft
	granae	gekleurde korrels die in chloroplasten voorkomen; ze bestaan uit stapels thylakoïden
	gymnospermen	zie 'naaktzadigen'
H.	habitus	het uiterlijk van een organisme
	hilus	zie 'navel'
	houtstof	stof die voorkomt in celwanden van houtige weefsels (= lignine)
	hypocotyl	het stengelgedeelte van een plantaardig embryo dat zich tussen de zaadlobben en de wortelaanleg of wortel bevindt
	hypothese	de als juist veronderstelde oplossing van een probleem, voordat dit experimenteel is getoetst
I.	indicator	stof waarmee het voorkomen van een andere stof kan worden aangetoond, waarbij in een aantal gevallen de concentratie van de aan te tonen stof mede kan worden bepaald (pH-indicator)
	integumenten	vliezen die een zaadknop — op de micropyle na — omgeven en die zich ontwikkelen tot de zaadhuid
	intercellulair	zich tussen cellen bevindend
	intracellulair	zich in een cel bevindend
K.	katalysator	stof die een chemische reactie kan versnellen
	kernlichaampje	zie 'nucleolus'
	kwadrant	rechthoekige figuur die in een terrein wordt uitgezet en waarvan de zich er binnen bevindende vegetatie fungeert als steekproef bij een floristische inventarisatie van dat terrein

L.	leukoplast	kleurloze plastide (zie 'plastide')
	levensgemeenschap	zie 'biocoenose'
	lignine	zie 'houtstof'
	lysosoom	met enzymen gevuld, blaasvormig celorganel dat een rol speelt bij de intracellulaire vertering. Is ontstaan uit het Golgi-apparaat
M.	macerereren	a. bij planten: het aantasten van de uit pectine bestaande middenlamellen in plantaardig weefsel (bijvoorbeeld met HCl), zodat dit weefsel bij geringe druk in losse hele cellen uiteenvalt b. bij dieren: het aantasten van de kitsubstantie tussen de cellen van een weefsel met behulp van enzymen, zodat dit weefsel in losse hele cellen uiteenvalt
	meniscus	het oppervlak van een vloeistof, waarvan de rand meestal tegen de wand van het vat omhoog of omlaag gebogen is
	micropyle	door de eivliezen vrijgelaten opening waar doorheen de pollenbuis het inwendige van een zaadknop kan bereiken
	microsomen	door ultracentrifugering verkregen fractie van plasmatische deeltjes die kleiner zijn dan de ribosomen met onbekende betekenis of functie
	milieu	het geheel van factoren waarmee een organisme in wisselwerking staat
	mitochondrium	organel waarin de oxidatieve afbraak van celbrandstof plaatsvindt en de hierbij vrijkomende energie in ATP wordt vastgelegd
	monocotylen	= eenzaadlobbigen: zaadplanten waarvan het embryo een zaadlob draagt en die in volwassen toestand meestal 3-tallige bloemen en parallelnervige bladeren bezitten
	morfologie	wetenschap die zich bezig houdt met de vorm van organismen of met de vorm van onderdelen van organismen
	morfologisch	met betrekking tot de vorm
N.	naaktzadigen	= gymnospermen: hogere planten waarbij de zaadknoppen niet door de vruchtbladen worden omgeven
	navel	a. litteken in de zaadhuid dat de plaats aangeeft waar het zaad aan de zaadlijst in de vrucht heeft vastgezet b. litteken dat aangeeft waar bij placentale zoogdieren de navelstreng vastgezet heeft
	nucleolus	= kernlichaampje: bolvormige, draderige structuur met een hoog gehalte aan RNA, waarvan er per kern meestal een, soms meer, voorkomen
O.	orgaan	onderdeel van een meercellig organisme met een bepaalde functie
	orgaanstelsel (= orgaansysteem)	groep organen in een organisme die functioneel een eenheid vormen, omdat zij bij dezelfde levensverrichting betrokken zijn, zoals zenuwstelsel en spijsverteringsstelsel
	organel	onderdeel van een cel met een bepaalde functie

P.	peul	eenhokkige, langs twee naden openspringende doosvrucht, die uit een vruchtblad ontstaat
	pinocytose	de opname van extracellulaire vloeistofdruppeltjes door het plasmalemma van dierlijke cellen
	plasma lemma	de elementair membraan die de buitenste laag vormt van het cytoplasma. Wordt bij dierlijke cellen meestal celmembraan genoemd
	plasmodesme	cytoplasmadraad, die de verbinding vormt tussen het cytoplasma van twee aan elkaar grenzende cellen. Gaat bij plantencellen door poriën in de celwanden
	plastiden	korrels in het cytoplasma van plantencellen, die in onbelichte toestand meestal kleurloos zijn (leukoplasten, amyloplasten) en in belichte toestand kleurstoffen bevatten (chloro- en chromoplasten)
	pluimpje	vegetatiepunt aan de top van een embryonale plantenstengel, van waaruit bij dicotylen het tweede bladpaar, of bij monocotylen het tweede blad ontstaat
	poortje	opening in de zaadhuid, waardoor het zaad bij de kieming water opneemt
	preparaat	a. een voor microscopisch onderzoek gereed gemaakt object op een objectglas b. een voor macroscopisch onderzoek geconserveerd object
	proteïne	biologisch functioneel macromolecuul met een molecuulgewicht van ca 7000 tot enkele tientallen miljoenen; opgebouwd uit aminozuren
	pseudopodium	= schijnvoetje: cytoplasmuitstulping bij eencelligen met een niet-starre wand (bijvoorbeeld amoëbe) onder andere dienend voor de voortbeweging
R.	ras	zie 'subspecies'
	ribosomen	bolletjes die zowel aan de plasmazijde van het ER als vrij in het cytoplasma voorkomen; hier worden uit aminozuren eiwitten gevormd
S.	schijnvoetje	zie 'pseudopodium'
	secretie	de afgifte naar buiten van intracellulaire stoffen
	soort	groep organismen waarbinnen de individuen zich kunnen voortplanten en dan vruchtbare nakomelingen krijgen
	squashpreparaat	preparaat dat ontstaat doordat de met chemische middelen losgemaakte cellen uit een stukje weefsel door druk op of wrijven tussen object en dekglas in één laag gebracht worden
	stippel	2 in elkaars verlengde liggende dunne plaatsen in de naast elkaar liggende celwanden van 2 aan elkaar grenzende cellen. Alleen beide primaire celwanden en de middenlamel zijn hier aanwezig en bevatten een groot aantal poriën met plasmodesmata
	subspeciës	= variëteit = ondersoort = ras = een groep individuen van een soort, die in uitwendige kenmerken en/of gedrag verschillen van andere individuen van dezelfde soort; soms geografisch geïsoleerd

T.	taxon taxonomie theorie thylakoïd tonoplast tweenaamenstelsel tweezaadlobbigen	classificatieniveau — systematische eenheid leer van de indeling en naamgeving der individuen de na een reeks experimenten juist bevonden hypothese platte plooiën elementair membraan in een chloro- of chromoplast, waarop zich pigmenten en enzymen bevinden de elementair membraan die bij een plantencel de scheiding vormt tussen het cytoplasma en de vacuole = binaire nomenclatuur; naamgeving ingevoerd door Linnaeus, waarin ieder bekend organisme met een Latijnse geslachtsnaam en een Latijnse soortaanduiding wordt aangegeven zie 'dicotylen'
V.	vacuole vacuolevocht variëteit voedselketen voedselweb (syn. voedselnet)	met vloeistof gevuld blaasje in de cel dat omgeven is door een elementair membraan (zie ook tonoplast) de vloeistof in een vacuole; het is meestal een waterige oplossing van organische stoffen en anorganische zouten een groep individuen die slechts in één kenmerk afwijkt van andere individuen van dezelfde soort (zie ook subspecies) reeks organismen waarbij ieder organisme door het in de reeks volgend organisme geconsumeerd wordt. Een voedselketen begint altijd met een autotroof organisme als producent en bevat vervolgens herbivore en carnivore consumenten meer voedselketens in hun onderlinge relaties, doordat een of meer soorten in verschillende voedselketens voorkomen
Z.	zaadhuid zaadlob zaadlijst zetmeel zetmeelkorrel	de uit de eivliezen ontstane meestal verharde buitenlaag van een zaad. Is meestal enige tijd bestand tegen milieu-invloeden en kan een de verspreiding bevorderende vorm bezitten (vleugels, pluis, haakjes) het eerste blad van een plantaardig embryo. Monocotyle embryo's hebben één zaadlob (= schildje) die meestal dient voor de opname van het reserve voedsel uit het zaad. Dicotyle embryo's hebben twee zaadlobben die meestal gevuld zijn met reserve voedsel dat tijdens en vlak na de kieming verbruikt wordt plaats waar zaad of zaadknop aan de binnenzijde van de vrucht respectievelijk vruchtbeginsel heeft vastgezet = amyllum; het meest voorkomende plantaardige polysaccharide, bestaande uit glucosemoleculen vanuit een of meer amyloplasten gevormde samenhangende hoeveelheid zetmeel

Register:

A

abiotische factor 35
acetokarmijn 74, 75
afzuigerlenmeyer 77
ambulacrale groeve 79
ampullen 80
amyloplast **65**, 66
amylum 66
anatomie pincet **31**
angiospermen 18
anilineblauw 75
anilinesulfaat 74
aquatisch 39
arthropoden 44
ATP 67
Angstrom 57

B

Baerman-trechter 43
bedektzadigen 18
bekerglas **29**
biocoenose 35
biotische factor 35
biureet-reaktie 100
blad, anatomie 79
bladluizen, anatomie 82
bladpaar, eerste 17
bladpaar, tweede 17
bladsteel, anatomie 79
blancoproef 8
boomalgen 58
boon, de bouw van een 17
brandpuntsafstand loep 16
Bunsenbrander 38
buret 28, **29**
bijen 46, **46**

C

cavia anatomie 97
cellulose,
herkenningsreactie 99
chloorzinkjodium 99
colloïde 102

D

dekglaasje 56
dermale kieuw 79
determineersleutel, dichotoom 27
determineersleutel
insectenorden 48
diafragma 55, **55**
diagram, het maken van een 14
dichtheid, bepaling van 49, 50
dicotyledonae 18
dicotylen, anatomie 79

dictyosoom 67
differentiatie 70
discussie, de 9
dispersie 102
DNA 66

E

ecologie 35
ecosysteem 35
eencelligen 61
eendagsvliegen 47, **47**
eenzaadlobbigen 18
eivliezen 17
eiwit, herkenningsreactie 100
electronenmicroscop 62
elementair membraan 66
embryo 17
endoplasmatische reticulum **65**, 66, **68**
endosperm **19**
eosine 75
epidermis 74
erlenmeyer **29**
excursies, het houden van 39
experiment, het 7

F

fagocytose 67
familie 21
Fehling's-reagens 100
filter, het vouwen van **30**
fixeren 75
fixeren zeester 79
floristische doorsnede 40
floroglucinol-zoutzuur 74, 100
forma 20
fotosynthese 66
fylum 25
fysische organisatie 102

G

geslachtsnaam 19
gewervelden 20
glaswerk 28
glucose, herkenningsreactie 100
glycerine-gelatine methode 76
glycerol 74, 75
Golgi-apparaat **65**, 67, **69**
Golgi-cisternen 67
Golgi-vesiculi 67
grafiek, het maken van een 14
granum 67, **69**
groenwieren 58

H

haemaluin 75
haften 47, **47**
handnet 41
herkenningsreactie 99
cellulose 99
eiwit 100
glucose 100
houtstof 100
vet 101
zetmeel 100
hommels 46, **46**
homogenaat 62
hoofdafdeling 25
Hooke, Robert 62
hooi-infuus 61
houtstof 63
houtstof, herkenningsreactie 100
hyaloplasma 66
hylus **19**
hypocotyl **19**
hypothese 7

I

insectenhevel 41, **42**
insluiten 76
instelschroef 55, **55**
integumenten 17
intercellulaire ruimte **65**, 73, 77
interrelatie 35

J

joodkalium-jodide 100
joodzinkchloride 99

K

karyolymfe 66
kenmerken 20
kern **65**
kernlichaampje **65**, 66
kernmembraan **65**, 66, 67
kernplasma 66, 67
kernporie 67
kevers 45, **45**
kiem 17
kiemplant 18
kieselzuur 63
klasse 24
kleefval 43
kraakbeencellen 75
krekels 46, **46**
kurkstof 63
kwadranten methode 49
kwadrantgrootte, bepaling van optimale 49. **50**, 5

kwantificeren 10
kweken van eencelligen 61

L

lancet **31**
leukoplast 66
levensgemeenschap 35
libellen 47,**47**
lichtmicroscop 62
lichtval 43, **43**
lignine 63
Linnaeus, Carolus 19
Locusta migratoria 82
loep, brandpuntsafstand 16
loep, het werken met een 16
Lumbricus 80,81,82,**83**
lysosoom **65, 67**

M

maagdarmkanaal zeester 80
maatcilinder **29**
maatpipet **29**
macereren 74
madreporenplaat 80
meetfout 10
meniscus, aflezen van de **32**
methode, wetenschappelijke 7
methylcellulose 40
methyleenblauwkleuring 73
microklimaat 35
micron 57
micropyle **19**
microscop 55, **55**
microscop, het werken met de 56
microscopiepincet **31**
microsoom 68
middendarmblindzak zeester 80
middendarmklier zeester 80
middenlamel 63, **65**
mieren 46, **46**
milieu 35
millimicron 57
mitochondrium **65, 67, 68**
mondslimvlies, cellen van 74
monocotyledonae 18
monocotylen, anatomie 79
muggen 47, **47**

N

nanometer 57
natuurlijk systeem 18

navel 17,**19**
nucleolus 66, 67

O

objectglas 56
objectief 55, **55**
oculair 55, **55**
ondersoort 20
oogvlek 79
oplossend vermogen 62
oplossing 102
opperhuidcellen 74
orde 24
orgaan 62
organel 62
oxysoom 67

P

pantoffeldiertje 61
papil 74
papula 79
Paramecium 61
Pasteurse pipet **29**
paxil 79
pectine 63
pedicellariën 79
petrischaal **30**
peul 17
pigmenten 66
pinocytose **65, 67**
pinocytoseblaasje **65**
pipet 28, **29**
pipetteren 36
plasmalemma 63, **65, 66**
plasmastroming 63
plasmodesme 63, **65**
plastiden 66, 67
Pleurococcus 58
pluimpje **19**
poortje 17, **19**
preparaat, het maken van een 56, **56**
preparaat, permanent maken van een 76
prepareernaald **31, 56**
primaire wand 63
probleemstelling 7
proplastide 66
Protococcus 58
Protozoa 61

R

reageerbuis **29**
regenworm, anatomie 80, 81, 82,**83**
regenworm, bloedsomloop 82,**83**
regenworm, borstels 80, **83**
regenworm, geslachtsorganen 81,82,**83**
regenworm, koplap 80, **83**

regenworm, segmentatie 80, **83**

regenworm, verteringskanaal 81,**83**
regenworm, zenuwstelsel 81,**83**
ribosoom **65, 67, 68**
RNA 67

S

schuifmaat 10
schuifmaat, het maken van een 12
secretiekanaal **65**
secundaire wand 63
selderij, bladsteel van 74
sneeuwbes, cellen van 73
sonde **31**
soort 19, 27
soortaanwijding 19
soortenrijkdom, bepaling van de 49, 50
spiercellen kip 75
sprinkhanen 45, **45**
squash-techniek 75
stam 25
statief 55, **55**
steenkanaal zeester 80
stengel, houtig, anatomie 79
stengel, kruidachtig, anatomie 79
stengelschede **19**
stikstof binden de bacteriën 36
stippels 63, **65**
stroma 67
stuifmeel 36
suberine 63
subspecies 20
Sudan III 100
suspensie 102
symbiose 61
Systema naturae 19
systematiek 27

T

tabel, het maken van een 14
taxonomen 20
Téclubrander 38
tekening, het maken van een 9
tempex 77, **78**
tentakel 79
terrestrisch 39
tertiaire wand 63
theorie, de 8
thylakoïden 67, **69**
tonoplast 66
trechter **30**

treksprinkhaan 82
– kweken 87
– leggen eieren 84
– morfologie 89
– ontwikkeling larven 84
– voedsel 87
– voortplanting 85
tubuli 67
tubus 55, 55
Tullgren-trechter 44
tweelingbultje 17
tweenamenstelsel 19
tweezaadlobbigen 17, 18

U

ui, cellen van de 72

V

vacuole 63, **65**
vacuolevocht 63
vangblik 43
variëteit 20
veiligheid practicum 70
verdunnen van oplossingen 37
verdunningsreeks 37
vergroting 16, 55

verslag, maken van 8
vertebraten 20
verzameltechnieken, gewervelden 44
verzameltechnieken, insecten 41
verzameltechnieken, ongewervelden 43
verzameltechnieken, waterorganismen 44
vesiculi 67
vliegen 47, **47**
vliermerg 77, **78**
vlinders 47, **47**
voedselketens 35
voeselweb 35
volumepipet **29**
voorn, anatomie 95
voorwerpglas 55, 56
voorwerptafel 55, **55**
vorm 20
vrucht 17
vruchtbeginsel 17
vruchtwand **19**

W

waarneming, de 7
waarnemingen, het kwanti-

ficeren van 10
wandstandig cytoplasma 63,73
wantsen 45, **45**
waterpest, cellen van 73
waterstraal luchtpomp 77
weefsels 72, 73
wespen 46, **46**
wetenschappelijke methode 7
wortel, anatomie 79
wortelharen 74
wortelschede **19**

X

xantoproteïne reactie 100

Z

zaadhuid 17, **19**
zaadlob 17, **19**
zaadlijst 17
zaaien 18
zeester, anatomie van 79, 80
zetmeel 66
zetmeel, herkenningreactie 100
zetmeelkorrel 66