

**BIOLOGIE**  
**TWEEDE GRAAD ASO**  
**WETENSCHAPPEN, SPORTWETENSCHAPPEN,**  
**WETENSCHAPPEN-TOPSPORT**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2012/7841/004  
Vervangt leerplan D/2006/0279/017 vanaf 1 september 2012



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs  
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

---

# Inhoud

1	Beginsituatie.....	3
2	Leerlijnen .....	4
2.1	De vormende lijn voor natuurwetenschappen.....	5
2.2	Leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad .	6
2.3	Leerlijn en mogelijke timing biologie binnen de tweede graad aso Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport .....	10
3	Algemene pedagogische didactische wenken .....	12
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen.....	12
3.2	Leerplan versus handboek.....	13
3.3	Taalgericht vakonderwijs.....	13
3.4	ICT.....	14
3.5	Dissecties als werkvorm.....	16
4	Algemene doelstellingen .....	17
4.1	Onderzoekend leren/leren onderzoeken.....	17
4.2	Wetenschap en samenleving .....	19
4.3	Gezondheid .....	20
5	Leerplandoelstellingen .....	21
5.1	Eerste leerjaar van de tweede graad .....	21
5.2	Tweede leerjaar van de tweede graad.....	35
6	Minimale materiële vereisten.....	52
6.1	Infrastructuur .....	52
6.2	Uitrusting .....	52
6.3	Basismateriaal.....	52
7	Evaluatie .....	54
7.1	Inleiding .....	54
7.2	Leerstrategieën .....	54
7.3	Proces- en productevaluatie .....	54
8	Eindtermen.....	55
8.1	Eindtermen voor de basisvorming.....	55
8.2	Specifieke eindtermen wetenschappen tweede graad (SET) .....	56

# 1 Beginsituatie

Alle leerlingen hebben de eerste graad A-stroom voltooid waarbij zij dezelfde basisvorming hebben gekregen. Voor wetenschappen werd hierbij het leerplan Natuurwetenschappen gerealiseerd.

In de eerste graad A-stroom zijn een aantal grondige wijzigingen doorgevoerd in de wetenschappelijke vorming. Biologie werd vervangen door Natuurwetenschappen waarbij er naast de biologische leerlijn ook aandacht is voor de brede wetenschappelijke vorming. Ook aspecten van de niet-levende natuur kwamen aan bod zoals het deeltjesmodel en de begrippen energie, kracht, straling.

Naast de basisvorming hebben de leerlingen van de eerste graad ook een bepaalde basisoptie gevolgd waarbij bepaalde aspecten werden verkend of uitgediept. Zo hebben sommige leerlingen via de basisopties Moderne wetenschappen of Techniek-wetenschappen reeds ruimer kennis gemaakt met de natuurwetenschappelijke methode.

## **De startende leerling in de tweede graad aso, tso, kso**

Uit het voorgaande blijkt dat de leerling die start in de tweede graad geen onbeschreven blad is op gebied van natuurwetenschappelijke vorming. We moeten er wel van uit gaan dat er grote verschillen zijn tussen de leerlingen van de tweede graad. Het beheersingsniveau van de individuele leerling, de gekozen basisoptie in de eerste graad, de interesses ... maken dat de natuurwetenschappelijke voorkennis niet voor alle leerlingen gelijk is. De basisdoelstellingen van het leerplan Natuurwetenschappen eerste graad A-stroom leggen echter wel het minimale niveau vast voor alle leerlingen.

## **De startende leerling in de tweede graad aso Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport**

Als de eerste graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er vanuit gaan dat de leerling die start in de studierichting Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport interesse heeft voor natuurwetenschappen. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk en wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

*Dit leerplan wordt ook gebruikt in de richting Sportwetenschappen aso. De realisatie van de specifieke sportwetenschappelijke doelen in de derde graad aso Sportwetenschappen vergt immers een brede algemeen wetenschappelijke basis voor biologie, chemie en fysica.*

*De verwijzing bij de leerplandoelstellingen naar de cesuurdoelen (specifieke eindtermen) van de pool wetenschappen geldt enkel voor de richtingen Wetenschappen en Wetenschappen-topsport.*

*Daar waar zinvol worden bepaalde doelstellingen vanuit een sportwetenschappelijke context benaderd.*

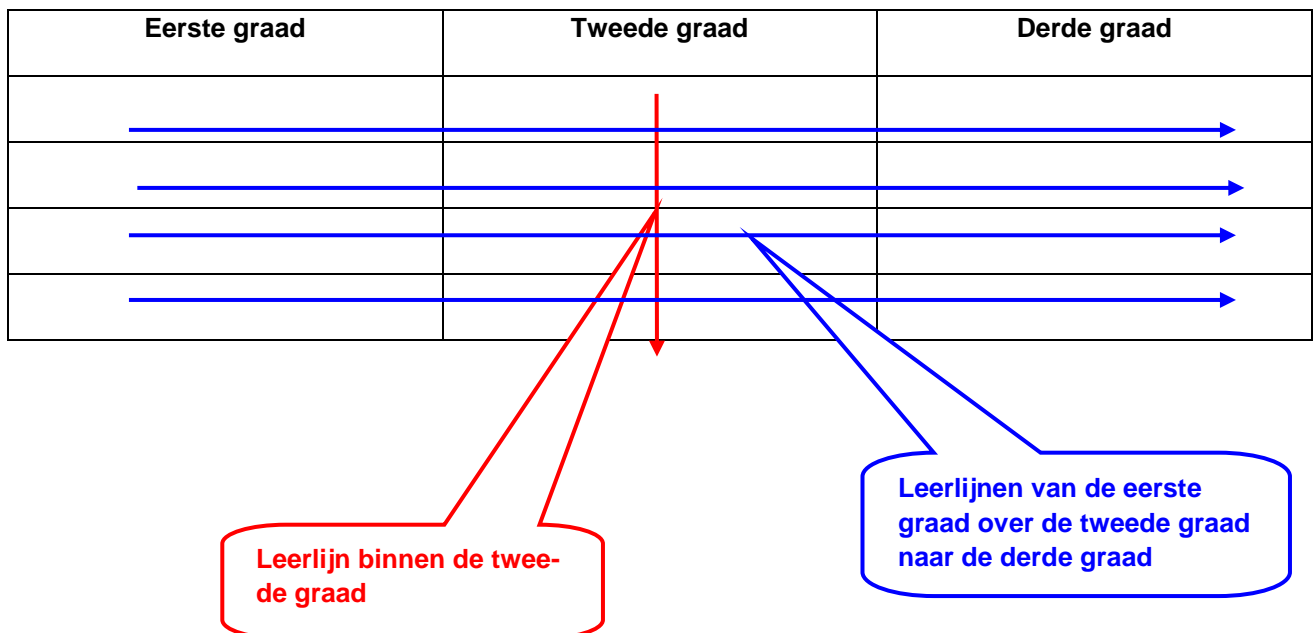
## 2 Leerlijnen

Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er wordt geleerd.

Leerlijnen geven de samenhang in de doelen, in de leerinhoud en in de uit te werken thema's weer.

- **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot de derde graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
- **De leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
- **De leerlijn biologie binnen de tweede graad aso** beschrijft de samenhang van de thema's biologie binnen de tweede graad aso (zie 2.3).

De leerplandoelstellingen vormen de bakens om de leerlijnen te realiseren. **Sommige methodes bieden daarvoor een houvast, maar gebruik steeds het leerplan parallel aan de methode!**



## 2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen

<b>Basisonderwijs</b>	<b>Wereldoriëntatie: exemplarisch</b> <i>Basisinzichten ontwikkelen in verband met verschijnselen in de natuur</i>	
<b>Eerste graad (A-stroom)</b>	<b>Natuurwetenschappelijke vorming</b> <i>Inzicht krijgen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag, experiment, waarnemingen, besluitvorming</i>  Natuurwetenschappelijke vorming waarbij de levende natuur centraal staat maar waarbij ook noodzakelijke aspecten van de niet-levende natuur aan bod komen  Beperkt begrippenkader  Geen formuletaal (tenzij exemplarisch)	
<b>Tweede graad</b>	<b>Natuurwetenschappen</b> <i>Wetenschap voor de burger</i>  In <b>sommige richtingen van het tso</b> (handel, grafische richtingen, stw ...) en <b>alle richtingen van het kso</b>  Basisbegrippen  Contextuele benadering (conceptuele structuur op de achtergrond)	<b>Biologie/Chemie/Fysica</b> <i>Wetenschap voor de burger, wetenschapper, technicus ...</i>  In <b>sommige richtingen van het tso</b> (techniek-wetenschappen, biotechnische wetenschappen ...) en in <b>alle richtingen van het aso</b>  Basisbegrippen  Conceptuele structuur op de voorgrond (contexten op de achtergrond)
<b>Derde graad</b>	<b>Natuurwetenschappen</b> <i>Wetenschap voor de burger</i>  In sommige richtingen van aso, tso en kso  Contextuele benadering	<b>Biologie/Chemie/Fysica</b> <i>Wetenschap voor de wetenschapper, technicus ...</i>  In sommige richtingen van tso en aso  Conceptuele structuur (contexten op de achtergrond)

## 2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

De leerlijnen natuurwetenschappen in onderstaande tabel zijn weergegeven als een maximale invulling gericht op aso-studierichtingen met de pool wetenschappen. De inhoud van **biologie** staan in het **vet** gedrukt. Om de leerlijn van de eerste over de tweede naar de derde graad te waarborgen is overleg tussen collega's uit die graden nodig, ook wat betreft de invulling van de practica en keuze van de demoproeven.

Leerlijn	Eerste graad	Tweede graad	Derde graad
<b>Materie</b>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen</li> <li>- De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur</li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengsels en zuivere stoffen</li> <li>- Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte</li> <li>- Massa en volume</li> <li>- Uitzetten en inkrimpen</li> </ul> <p><b><u>Faseovergangen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kwalitatief</li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel</b></li> </ul>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moleculen</li> <li>- Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen)</li> <li>- Snelheid van deeltjes en temperatuur</li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid</li> <li>- Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip</li> <li>- Chemische bindingen</li> <li>- Formules</li> <li>- Molaire massa en molbegrip</li> <li>- Enkelvoudige en samengestelde</li> <li>- Stoffklassen</li> <li>- Thermische uitzetting</li> </ul> <p><b><u>Faseovergangen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritisch punt, tripelpunt, toestandsdiagram</li> <li>- Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief</li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemische reacties – reactievergelijkingen</li> <li>- Reactiesnelheid: kwalitatief</li> <li>- Reactiesoorten: ionenuitwisseling en elektronenoverdracht</li> <li>- Oplosproces in water</li> </ul>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem</li> <li>- Isotopen</li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruimtelijke bouw</li> <li>- Lewisstructuren</li> <li>- Polaire-apolaire</li> <li>- Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en <b>biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren)</b></li> <li>- Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden</li> <li>- Geleiders, isolatoren, Wet van Pouillet, temperatuursafhankelijkheid van weerstanden</li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoichiometrie</li> <li>- Reactiesnelheid kwantitatief</li> <li>- Chemisch evenwicht</li> <li>- Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, reactiesoorten in de koolstofchemie</li> <li>- <b>Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties</b></li> <li>- Radioactief verval</li> </ul>

<b>Snelheid, kracht, druk</b>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Kracht en snelheidsverandering</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Magnetische - Elektrische - Mechanische</p>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Als vector - Van licht - Kinetische energie</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Kracht is een vectoriële grootte - Krachten met zelfde aangrijpingspunt samenstellen en ontbinden - Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Contactkrachten en veldkrachten - Zwaartekracht, gewicht - Veerkracht</p> <p><b><u>Druk</u></b> - bij vaste stoffen - in vloeistoffen - in gassen (m.i. v. de gaswetten)</p>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal - Golfsnelheden</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Kracht als oorzaak van EVRB - Centripetale kracht bij ECB - Onafhankelijkheidsbeginsel - Beginselen van Newton - Harmonische trillingen (veersysteem en slinger)</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht, intra- en intermoleculaire krachten - Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht - Gravitatiekracht, gravitatieveld - De vier fundamentele wisselwerkingen</p>
<b>Energie</b>	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - Fotosynthese</p> <p><b><u>Transport van energie</u></b> - Geleiding - Convectorie - Straling</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Zichtbare en onzichtbare straling</p>	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - Arbeid, energie, vermogen berekenen - Wet van behoud van energie - <b>Energiedoorstroming in ecosystemen</b> - Exo- en endo-energetische chemische reacties</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen</p>	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen - Elektromagnetisch inductieverschijnsel - Gravitatiepotentiële en kinetische energie - Elastische potentiële energie - Energie uit atoomkernen (fissie en fusie)</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - In gravitatieveld - Bij harmonische trillingen - Foto-elektrisch effect - Resonantie - <b>Fotosynthese, aërobe en anaërobe celademhaling</b> - Spontane en gedwongen chemische reacties</p> <p><b><u>Transport van energie</u></b> - Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Ioniserende straling: soorten, eigenschappen - Ontstaan van licht - Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum - Golfverschijnselen bij licht</p>

<b>Leven</b>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen</li> <li>- Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen – weefsels – organen)</li> <li>- Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem</li> <li>- Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organenstelsels)</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herkennen a.d.h.v. determinerkaarten</li> <li>- Verscheidenheid</li> <li>- Aanpassingen aan omgeving</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij zoogdieren en de mens: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ de structuur en de functie van spijsverteringsstelsel</li> <li>✓ transportstelsel</li> <li>✓ ademhalingsstelsel</li> <li>✓ excretiestelsel</li> </ul> </li> <li>- Bij bloemplanten de structuur en functie van hoofddelen</li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid (n.a.v. stelsels)</li> <li>- Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ voedselrelaties</li> <li>✓ invloed mens</li> </ul> </li> <li>- Duurzaam leven</li> </ul> <p><b><u>Leven doorgeven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verscheidenheid</li> <li>- Biodiversiteit vaststellen</li> <li>- Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)</li> </ul>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determineren en indelen</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij zoogdieren en de mens: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ structuur en functie van zenuwstelsel,</li> <li>✓ bewegingsstructuren,</li> <li>✓ hormonale regulaties</li> </ul> </li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid: invloed van micro-organismen</li> <li>- Gedrag</li> <li>- Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ voedselrelaties</li> <li>✓ materiekringloop</li> <li>✓ energiedoorstroming</li> <li>✓ invloed van de mens</li> </ul> </li> <li>- Ecosystemen</li> <li>- Duurzame ontwikkeling</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soortenrijkdom</li> <li>- Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten</li> </ul>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Als voortplantingscriterium</li> <li>- Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stofuitwisseling</li> <li>- Stofwisseling</li> <li>- Homeostase</li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid: immunologie</li> <li>- Stofuitwisseling: passief en actief</li> <li>- Biotechnologie</li> </ul> <p><b><u>Leven doorgeven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA en celdelingen (mitose en meiose)</li> <li>- Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie</li> <li>- Chromosomale genetica</li> <li>- Moleculaire genetica</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversiteit verklaren</li> <li>- Aanwijzingen</li> <li>- Theorieën</li> <li>- Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens</li> </ul>
--------------	--	--	--



<p><b><u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geleid</li> </ul> <p><b><u>Metingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...)</li> <li>- Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren</li> </ul> <p><b><u>Gegevens</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onder begeleiding: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ grafieken interpreteren</li> </ul> </li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determineerkaarten hanteren</li> </ul> <p><b><u>Instructies</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesloten</li> <li>- Begeleid</li> </ul> <p><b><u>Microscopie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren</li> </ul> <p><b><u>Onderzoekscompetentie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onder begeleiding en klassikaal</li> <li>- Onderzoeksstappen onderscheiden: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ onderzoeksvraag</li> <li>✓ hypothese formuleren</li> <li>✓ voorbereiden</li> <li>✓ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven,</li> <li>✓ besluit formuleren</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geleid en gericht</li> </ul> <p><b><u>Metingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meetnauwkeurigheid</li> <li>- Kracht, druk</li> <li>- SI eenheden</li> </ul> <p><b><u>Gegevens</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begeleid zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ grafieken opstellen en interpreteren</li> <li>✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren</li> <li>✓ verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig, abiotische en biotische</li> </ul> </li> <li>- Determineren</li> </ul> <p><b><u>Instructies</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesloten en open instructies</li> <li>- Begeleid zelfstandig</li> </ul> <p><b><u>Microscopie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microscop en binoculair: gebruik</li> <li>- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren</li> </ul> <p><b><u>Onderzoekscompetentie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes</li> <li>- Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ onderzoeksvraag stellen</li> <li>✓ hypothese formuleren</li> <li>✓ bruikbare informatie opzoeken</li> <li>✓ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode</li> <li>✓ besluit formuleren</li> <li>✓ reflecteren over uitvoering en resultaat</li> <li>✓ rapporteren</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gericht</li> <li>- Interpreteren</li> </ul> <p><b><u>Metingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid</li> <li>- Titreren</li> </ul> <p><b><u>Gegevens</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ grafieken opstellen en interpreteren</li> <li>✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren</li> <li>✓ verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren: kwadratisch verband</li> </ul> </li> </ul> <p><b><u>Instructies</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesloten en open instructies</li> <li>- Zelfstandig</li> </ul> <p><b><u>Microscopie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microscop en binoculair: zelfstandig gebruik</li> <li>- Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren</li> <li>- Submicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren</li> </ul> <p><b><u>Onderzoekscompetentie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes</li> <li>- Een integraal mini-onderzoek uitvoeren voor een gegeven probleem: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ onderzoeksvraag stellen</li> <li>✓ hypothese formuleren</li> <li>✓ voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen</li> <li>✓ onderzoek uitvoeren volgens de geplande methode</li> <li>✓ besluit formuleren</li> <li>✓ reflecteren over uitvoering en resultaat</li> <li>✓ rapporteren</li> </ul> </li> </ul>
---	--	---

## 2.3 Leerlijn en mogelijke timing biologie binnen de tweede graad aso Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport

Het leerplan biologie is een graadleerplan. Onderstaande tabel toont een **mogelijke** timing voor 4 graduren. Om de leerlijnen binnen dit leerplan te respecteren, is het aanbevolen om de voorgestelde volgorde van de thema's te handhaven. De volgorde van de thema's "Ecologie" en "Orde brengen in diversiteit" kan wel zonder problemen worden omgewisseld.

Thema's	Concepten	Lestijden
<b>EERSTE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar (inclusief practica en toetsen)</b>		
<b>Organismen verwerven en verwerken informatie uit hun omgeving</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relatie reactie, prikkel, zintuig</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtprikkel en zien</li> </ul>	12
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geluidsprikkel en horen</li> </ul>	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evenwicht</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geur- smaak- en tastzintuigen</li> </ul>	5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beweging als reactie op prikkels</li> <li>Beweging: <ul style="list-style-type: none"> <li>– structuren</li> <li>– werking</li> </ul> </li> </ul>	8
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klierafscheiding als reactie op prikkels</li> <li>Exocriene en endocriene klieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bouw</li> <li>– secretie</li> </ul> </li> <li>Hormoon</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouw en functie van het zenuwstelsel: <ul style="list-style-type: none"> <li>– zenuwcellen</li> <li>– centraal en perifeer</li> <li>– autonoom en animaal</li> </ul> </li> <li>Impulsgeleiding</li> </ul>	9
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouw en functie van het hormonaal stelsel</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Globale coördinerende functie en samenhang van het zenuw- en hormonaal stelsel</li> </ul>	4

**TWEEDE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar (inclusief practica en toetsen)**

<b>Terreinstudie</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observatie van biologische variatie op het terrein</li> <li>• Identificatie van soorten</li> <li>• Beschrijving van het habitat en de ecologische niche</li> <li>• Observatie van interacties tussen organismen onderling</li> <li>• Samenhang tussen organismen en het milieu (biotische en abiotische factoren)</li> </ul>	8 Waarvan minstens 4 op het terrein
<b>Ecologie</b>	<b>Interactie tussen organismen en hun milieu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrip 'ecosysteem': <ul style="list-style-type: none"> <li>– opbouw van een ecosysteem - levensgemeenschap</li> <li>– wederzijdse interacties tussen organismen en het milieu</li> </ul> </li> <li>• Aanpassing van organismen aan milieu</li> </ul>	9
	<b>Interactie tussen organismen van een zelfde soort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vormen van interacties tussen organismen van dezelfde soort: <ul style="list-style-type: none"> <li>– communicatie</li> <li>– gedrag</li> </ul> </li> </ul>	9
	<b>Interactie tussen organismen van een verschillende soort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vormen van interacties tussen organismen van verschillende soort</li> <li>• Materiekringloop en energiedoorstroming</li> <li>• Functies van micro-organismen in relatie met de mens</li> <li>• Invloed van de mens op het ecosysteem</li> </ul>	8
<b>Orde brengen in biodiversiteit</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noodzaak van een algemeen geldend classificatiesysteem</li> <li>• Begrip 'soort'</li> <li>• Ordenen van organismen op basis van wetenschappelijke kenmerken</li> </ul>	16

## 3 Algemene pedagogische didactische wenken

### 3.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

#### 3.1.1 Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Deze doelen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die worden bepaald door de basisdoelstellingen en eventuele verdiepende doelstellingen.

#### 3.1.2 Basisdoelstellingen en verdiepende doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is in principe **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting**. Hoofdzakelijk dit niveau is bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2 ... Ook de algemene doelstellingen (AD1, AD2 ...) behoren tot de basis.

Het hogere beheersingsniveau wordt **verdieping** genoemd. Deze verdiepende doelstellingen horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling. Zo hoort bij de verdiepende doelstelling **V11** ook een basisdoelstelling **B11**. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar de derde graad.

#### 3.1.3 Wenken

Wenken zijn niet-bindende adviezen waarmee de leraar en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het biologieonderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen. De rubriek vermeldt een aantal aandachtspunten en bakent tevens de grenzen af tussen leerstofaspecten voor de tweede en de derde graad. 'Suggesties voor practica' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

##### Link met eerste graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de eerste graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

##### Toelichting voor de leraar

Bij deze wenken wordt specifieke achtergrondinformatie gegeven voor de leraar. Het is zeker niet de bedoeling dat de leerlingen dit moeten kennen.

##### Taalsteun

Zie verder.

##### Suggestie voor uitbreiding

Bij deze wenken worden ideeën aangereikt voor extra leerinhouden, extra experimenten ... die niet zozeer slaan op de basisdoelstelling. Het behandelen van uitbreiding kan geen argument zijn om bepaalde basisdoelstellingen niet te zien of aan te passen.

##### Suggesties voor practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten. In het kader van een biologisch onderzoekje vertrek-

kende vanuit een onderzoeksvraag, kan een opzoekopdracht zinvol zijn. Het kan geenszins de bedoeling zijn om practica te beperken tot louter opzoekopdrachten.

### 3.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- ... in voorbeelden ... aanduiden
- ... uit waarnemingen ... vaststellen
- ... op een model, beeldmateriaal ... aanduiden, benoemen en beschrijven
- ... de functies ... verwoorden
- ... aan de hand van een model ... verklaren
- ... aan de hand van voorbeelden ... vergelijken

Bij het uitwerken van lessen en het gebruik van een handboek moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen.

### 3.3 Taalgericht vakonderwijs

Taal en leren zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Die verwevenheid vormt de basis van het taalgericht vakonderwijs. Het gaat over een didactiek die, binnen het ruimere kader van een schooltaalbeleid, de taalontwikkeling van de leerlingen wil bevorderen, ook in het vak biologie.

In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen biologie meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

#### 3.3.1 Context

Onder context verstaan we het verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we hen leggen met eerdere ervaringen? Wat is hun voorkennis? Bij contextrijke lessen worden verbindingen gelegd tussen de leerinhoud, de leefwereld van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

De leerling van de tweede graad heeft kennis verworven in het basisonderwijs en de eerste graad. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de eerste graad aangegeven. Leerlijnen zijn richtsnoeren bij het uitwerken van contextrijke lessen.

Door gericht voorbeelden te geven en te vragen, door kernbegrippen op te schrijven en te verwoorden, door te vragen naar werk- en denkwijzen ... stimuleren we de taalontwikkeling en de kennisopbouw.

#### 3.3.2 Interactie

Leren is een interactief proces: kennis groeit doordat je er met anderen over praat.

Leerlingen worden aangezet tot gerichte interactie over de leerinhoud, in groepjes (bv. bij experimenteel werk) of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden.

Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemingsopdrachten.
- Leerlingen geven instructies aan elkaar bij het uitvoeren van een meting of een experiment.
- Leerlingen vullen gezamenlijk een tabel in bij het uitvoeren van een experiment.

- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.
- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde onderzoeksvraag.
- Leerlingen formuleren zelf een onderzoeksvoorstel.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

Voorzie begeleiding tijdens de uitvoering van opdrachten, voorzie eventueel een nabespreking.

### 3.3.3 Taalsteun

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar ... ). Het begrijpen van deze woorden is noodzakelijk om de opdracht correct uit te voeren.

Leerlingen die niet voldoende woordkennis hebben in verband met instructietaal, zullen problemen hebben met het begrijpen van de opdrachten die gegeven worden door de leerkracht, niet alleen bij mondelinge maar ook bij schriftelijke opdrachten zoals toetsen en huistaken.

Opdrachten moeten voor leerlingen talig toegankelijk zijn. Bij het organiseren van taalsteun worden lessen, bronnen, opdrachten, examens ... begrijpelijker gemaakt voor de leerlingen.

Enkele tips i.v.m. taalsteun voor de lessen biologie:

- Beperk het begrippenkader en wees consequent bij het hanteren van begrippen.

In wetenschappen bestaat het gevaar om te snel het begrippenkader uit te breiden zonder rekening te houden met de talige capaciteiten van de leerlingen.

Bepaalde begrippen hebben in een natuurwetenschappelijke context een andere betekenis dan in een dagelijkse context.

Enkele voorbeelden:

- **Soort** wordt in een dagelijkse context gebruikt als synoniem voor varianten, in biologie een term die gebruikt wordt om te classificeren.
- De **functie** van een orgaan verwijst naar de taak die het orgaan uitoefent, het werkwoord **functioneren** verwijst naar de manier waarop een taak uitgeoefend wordt. Het begrip **werking** wijst naar een aantal taken die samen uitgevoerd worden om de functie in zijn geheel te realiseren. Bijvoorbeeld : de **functie** van het oog is zien terwijl de **werking** van het oog verwijst naar de opeenvolgende processen die het zien mogelijk maken (lichtprikkel opvangen, verwerken en impuls naar de hersenen sturen).
- Als we in de **dagelijkse** context spreken van 'gewicht' dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk 'massa'. Gewicht heeft in een wetenschappelijke context een heel andere betekenis.

Het onderscheid tussen de betekenis van woorden die in een dagelijkse en een wetenschappelijke context gebruikt worden, zal een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs.

- Gebruik visuele weergaven (van vlakke voorstellingen tot 3D-modellen) om de taal te ondersteunen en te illustreren.
- Het gebruik van schrijfkaders, die van de eerste over de tweede naar de derde graad minder uitgebreid geschreven worden, vormt een houvast en een gerichte ondersteuning voor taalarmere leerlingen.

## 3.4 ICT

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Hierbij moet ICT ruimer gezien worden dan louter computergebruik. Het gebruik van gsm, digitale fotografie, mp3, sociale netwerksi-

tes... behoren eveneens tot de ICT-wereld van de leerling. Het is dan ook logisch dat sommige van deze toepassingen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen biologie.

### **3.4.1 Als leermiddel in de lessen**

- Het gebruik van ICT bij visualisaties:
  - beeldmateriaal o.a. YouTube-filmpjes
  - animaties.
- Opzoeken van informatie.
- Mindmapping.
- Het gebruik van een digitaal bord.

### **3.4.2 Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten**

Het gebruik van:

- een digitaal fototoestel (eventueel gsm) bij een excursie of in het kader van een onderzoek;
- een gsm als digitale chronometer;
- gratis te downloaden applicaties;
- een grafisch rekentoestel;
- een webquest.

### **3.4.3 Voor tools die de leerling helpen bij het studeren**

- Inoefenen van leerinhouden via digitale oefeningen die vooraf door de leraar of via andere kanalen zijn aangemaakt. Hierbij krijgt de leerling directe feedback. Deze oefeningen kunnen eventueel in een elektronisch leerplatform geïntegreerd worden.
- Beschikbaar maken van remediëringsopdrachten op een elektronische leeromgeving.
- Beschikbaar maken van het cursusmateriaal, waarnemingsbladen ... op een elektronische leeromgeving.
- Mindmapping kan een hulpmiddel zijn om sneller informatie op te nemen. Mindmapping is een techniek waar ICT op zich niet voor nodig is. Er bestaan echter allerlei programma's (freeware, shareware, betalend) om mindmaps te maken. Vele van deze programma's zijn via het internet te downloaden.

### **3.4.4 Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les**

- Het gebruik van toepassingssoftware bij verwerking van opdrachten: rekenblad, presentaties, tekstverwerking.
- Het gebruik van het internet.
- Het gebruik van een elektronische leerplatform. De keuze van een platform wordt bepaald door de school.

### **3.4.5 Bij communicatie**

- Het gebruik van het leerplatform voor communicatie met de leerkracht.
- Het gebruik van het leerplatform voor communicatie met medeleerlingen bij groepswerk.
- Eventueel inzetten van een webcam bij waarnemingsopdrachten.

### 3.5 Dissecties als werkvorm

Het uitvoeren van proeven op dieren is een onderwerp dat momenteel in het maatschappelijk-ethisch debat ter discussie staat. Het al of niet uitvoeren van dissecties in het secundair onderwijs kan als een uitloper van dergelijke discussie gezien worden.

De huidige wettelijke bepalingen verbieden dissecties in het secundair onderwijs niet. Het uitvoeren van een dissectie zorgt voor een aantal praktische problemen zoals het vinden van geschikt organisch materiaal, het halen en wegbrengen ervan na een dissectie en de specifieke afvalproblematiek.

Daarnaast verandert het ethisch kader dat de mens in de maatschappij hanteert voortdurend. Voor jongeren is het onderwijs een belangrijke factor bij het ondersteunen en opbouwen van een ethisch waardepatroon. Het onderwijs in natuurwetenschappen vormt hierop geen uitzondering.

Om al die redenen zijn er geen doelstellingen (noch algemene, noch specifieke) die dissecties als werkvorm opleggen.

Om tegemoet te komen aan bovenstaande bedenkingen worden onderstaande wenken geformuleerd i.v.m. dissecties:

- Indien een leerling om bepaalde redenen geen dissectie wenst bij te wonen of uit te voeren dan moet men dit respecteren. De leerling moet wel de kans krijgen om de leerplandoelstellingen op een andere manier te realiseren.
- Leraars kunnen niet verplicht worden om dissecties uit te voeren ook al zijn er collega's in dezelfde school die hier wel voor opteren.
- Vermijd dissecties op gewervelde dieren. Om die reden worden in dit leerplan alternatieven zoals modellen, films, animaties, afbeeldingen, tekeningen voorgesteld.
- De vakgroep wetenschappen kan een rol spelen bij het vertalen van deze wenken naar de concrete uitwerking op school.

Bovenstaande didactische wenken zijn onderschreven door alle onderwijskoepels van het secundair onderwijs.



## 4 Algemene doelstellingen

Het leerplan biologie is een **graadleerplan** voor **twee wekelijkse lestijden**. Er worden **minimum 7 u practica per leerjaar** gepland. Bij kleinere laboratoriumopdrachten die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 7 uur voorzien op jaarbasis. De practica worden evenwichtig gespreid over het geheel van de leerstof.

Mogelijke practica (en onderzoeksonderwerpen) staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5).

Het realiseren van de algemene doelstellingen gebeurt steeds binnen een context die wordt bepaald door de leerplandoelstellingen.

### 4.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de 'natuurwetenschappelijke methode'. In essentie is dit een probleemherkende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactisch aanpak o.a. via demonstratie-experimenten en tijdens het uitvoeren van practica.

Een **practicum** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **drie of meerdere deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode** combineren in het kader van een natuurwetenschappelijk probleem. **Hierbij is verslaggeving verplicht volgens de wenken bij AD5.**

Met deelaspecten bedoelen we:

- een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese over deze vraag formuleren (AD1);
- op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen (AD2);
- met een aangereikte methode een antwoord op de onderzoeksvraag zoeken of met de aangereikte methode een onderzoeksvoorstel uitvoeren (AD3);
- over een waarnemingsopdracht/ experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren (AD4);
- over een waarnemingsopdracht/ experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren (AD5).

Nummer <b>algemene doelstelling</b>	Verwoording doelstelling	Wenken	Verwijzing naar <b>eindtermen</b> (zie hoofdstuk 8)
AD1	<b>ONDERZOEKSVRAAG</b> <b>Onder begeleiding</b> , een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.		W1 SET31
<b>Wenken</b> Het is belangrijk dat hierbij 'onderzoekbare vragen' worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.			
<b>Link met de eerste graad</b> Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad. In de tweede graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling.			

AD2	<b>INFORMEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> en op basis van geselecteerde bronnen voor een gegeven onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.	SET26, SET32
-----	--	-----------------

### Wenken

Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat:

- er in voorbereiding van het onderzoek doelgericht wordt gezocht naar ontbrekende kennis en mogelijke onderzoekstechnieken of werkwijzen;
- de gevonden informatie wordt geordend en beoordeeld als al dan niet geschikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

Geselecteerde bronnen zijn bv.:

- boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi;
- elektronische dragers: cd's, dvd's;
- internetadressen.

AD3	<b>UITVOEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> en met een aangereikte methode een antwoord zoeken op een onderzoeksvraag.	W1, W2 SET33
-----	---	-----------------

### Wenken

Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:

- een werkplan opstellen;
- benodigdheden selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- materieel correct hanteren: microscoop, binoculair ...;
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken ...

Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden.

AD4	<b>REFLECTEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren.	W2 SET36, SET28
-----	--	-----------------------

### Wenken

Reflecteren kan door:

- resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;
- de geraadpleegde bronnen kritisch te analyseren;
- de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;
- de aangewende techniek en concrete uitvoering van het onderzoek te evalueren en eventueel bij te sturen;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
  - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?
  - Waarom was de hypothese niet juist?
  - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

Met "onder begeleiding ... reflecteren" bedoelen we:

- aan de hand van gerichte mondelinge vraagstelling van de leraar;
- aan de hand van een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...) tijdens een opdracht;
- aan de hand van vragen van de leerling(en).

AD5

## RAPPORTEREN

**Onder begeleiding** over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren.

W1, W2

SET34

SET35

### Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken.

Onder begeleiding rapporteren kan van **STERK GESTUURD** naar **MEER OPEN**.

Met **sterk gestuurd** rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van gesloten vragen (bv. een keuze uit mogelijke antwoorden, ja-nee vragen, een gegeven formule invullen en berekenen) op een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...);
- aan de hand van voorgedrukte lege tabellen, grafieken met reeds benoemde assen, lege schema's die moeten aangevuld worden;
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Met **meer open** rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van open vragen op een werkblad;
- aan de hand van tabellen, grafieken, schema's die door de leerlingen zelfstandig opgebouwd worden;
- aan de hand van een kort open verslag waarbij de leerling duidelijk weet welke elementen in het verslag moeten aanwezig zijn.

## 4.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' vorm te geven. Deze algemene doelstellingen zullen voortdurend aan bod komen tijdens het realiseren van de leerplandoelstellingen. Hierbij wordt de maatschappelijke relevantie van wetenschap zichtbaar gemaakt. Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

- de relatie tussen wetenschappelijke ontwikkelingen en het ethisch denken;
- duurzaamheidsaspecten zoals solidariteit met huidige en toekomstige generaties, zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met 'eigen lichaam' (seksualiteit, gezondheid, sport);
- respectvol omgaan met het 'anders zijn': anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

AD6

## MAATSCHAPPIJ

De wisselwerking tussen biologie en maatschappij op ecologisch, ethisch en technisch vlak illustreren.

W5

SET26,

SET29

### Wenken

De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en:

- de leefomstandigheden (ecologisch, technisch) van de mens bv.:
  - natuurbeheerswerken en inspanningen voor natuurbehoud;

- zorg om biodiversiteit;
- belang van ecosysteemdienstbaarheid;
- toepassing van geïntegreerde gewasbescherming;
- het milieubewust sorteren van (labo)afval.
- het ethisch denken van de mens bv.:
  - reductie in gebruik van pesticiden;
  - milieubewust omgaan met grondstoffen en energie.

AD7	<b>CULTUUR</b>	W5 SET26
-----	----------------	-------------

Illustreren dat biologie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.

**Wenken**

Men kan dit illustreren door:

- voorbeelden te geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen:
  - belang van antibiotica;
  - hersenonderzoek;
  - gedragsonderzoek.
- te verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties:
  - duurzame ontwikkeling;
  - ecologisch bewustzijn (A labels en ecolabels ...).

AD8	<b>DUURZAAMHEID</b>	W4 SET30
-----	---------------------	-------------

Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energieverbruik en het leefmilieu.

**Wenken**

Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:

- realiseren van ecoducten om tegemoet te komen aan de versnippering van biotopen;
- ecosysteemdienstbaarheid;
- het zorgzaam omgaan met voedsel- en grondstofvoorraden en energiebronnen;
- het invoeren van dubbele waterafvoer om regenwater van huishoudelijk en industrieel afvalwater te scheiden;
- de CO<sub>2</sub>-problematiek.

### 4.3 Gezondheid

AD9	Illustreren dat verantwoord omgaan met gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.	W4, W5
-----	--	--------

**Wenken**

In de lessen biologie wordt in dit verband aandacht besteed aan:

- preventieve aspecten van gezondheidszorg:
  - belang van een goede lichaamshouding en lichaamsbeweging;
  - zorg besteden aan hygiëne;
  - kritische houding tegenover gebruik van geneesmiddelen en antibiotica;
  - verantwoord gedrag t.o.v. lawaai;
  - verantwoorde attitude t.o.v. genots- en pepmiddelen.
- wetenschappelijke inzichten ten dienste van de behandeling van ziektes en afwijkingen:
  - oog- en oorafwijkingen;
  - spierziekten.

## 5 Leerplandoelstellingen

Bij het realiseren van de leerplandoelstellingen staan de algemene doelstellingen centraal.

Een voorstel van timing vind je bij de verschillende hoofdstukken van leerplandoelstellingen.

### 5.1 Eerste leerjaar van de tweede graad Organismen verwerven en verwerken informatie over hun omgeving

#### 5.1.1 Organismen krijgen informatie uit hun omgeving

(circa 25 lestijden)

B1	<b>Uit waarnemingen vaststellen</b> dat organismen op prikkels kunnen reageren.	B1, B3 W1
<b>Wenken</b> Het gaat hier om voorbeelden van de relatie prikkel - reactie. Maak een ruime keuze wat betreft soorten prikkels en soorten reacties. Prikkels kunnen fysisch of chemisch, sterk of zwak, uitwendig of inwendig zijn. Voorbeelden bij zowel mens als dier kunnen hier aan bod komen.		
B2	In <b>voorbeelden</b> de begrippen prikkel, receptor en effector <b>aanduiden en omschrijven</b> en de <b>onderlinge samenhang duiden</b> .	B2, B3 W1 SET 19
<b>Wenken</b> Het opvangen, verwerken en reageren op prikkels gebeurt in organismen steeds op een gelijkaardige manier. Prikkels worden door receptoren in de zintuigen opgevangen en leiden tot reacties in klieren en spieren (effectoren). De samenhang tussen receptor en effector wordt gecoördineerd door conductoren in het zenuw- en hormonaal stelsel. Zo wordt het inwendig evenwicht bewaard (homeostase) en blijft het organisme binnen bepaalde grenzen functioneren. De receptoren in gezichts-, gehoor-, evenwicht-, smaak-, reuk- en tastzintuigen kunnen aan bod komen. De klieren en spieren zijn effectoren. Prikkels kunnen omgezet worden in impulsen. De geleiding en coördinatie van de impulsen gebeurt door het zenuwstelsel. Prikkels kunnen ook zorgen voor het vrijkomen van hormonen, die via de bloedbaan worden vervoerd. <b>Suggestie voor practicum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Experimenteel de drempelwaarde van een prikkel bepalen: geluid, licht, smaak en geur, druk en temperatuur.</li></ul>		
B3	<b>Op een model en beeldmateriaal</b> van het oog bij zoogdieren de macroscopisch waarneembare structuren <b>aanduiden, benoemen en beschrijven</b> .	B3 SET3
<b>Wenken</b> Men start met macroscopische waarnemingen en kan over de verschillende leerplandoelstellingen naar het		

microscopisch niveau gaan.

De macroscopische structuren van het oog zijn: wenkbrauw, ooglid, wimpers, pupil, iris, harde oogvlies, oogspieren, straallichaam, vaatvlies, netvlies. Een meer gedetailleerde uitleg is niet nodig.

Een dissectie van het varkensoog (paardenoog, ev. kalfsoog) is een mogelijke didactische werkvorm (zie ook punt 3.5 – wenk i.v.m. dissecties). De dissectie biedt als meerwaarde de mogelijkheid om de leerlingen uitgebreid te leren waarnemen.

### Suggestie voor practicum

- Dissectie van het oog: waarnemen van de uitwendige en de inwendige macroscopisch structuren van het oog (zie ook punt 3.5 – wenk i.v.m. dissecties).

B4

**Op een micropreparaat en beeldmateriaal van het netvlies de microscopisch waarneembare structuren aanduiden, benoemen en beschrijven.**

B1, B3  
SET1

### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad in het vak Natuurwetenschappen kennis gemaakt met microscopische beelden. Een aantal leerlingen heeft tijdens de lessen NW en WW van de eerste graad zelf gebruik gemaakt van de microscoop.

In de tweede graad krijgen de leerlingen de kans om de microscopische vaardigheden (zowel gebruik van de microscoop als interpretatie van microscopische beelden) verder in te oefenen.

### Wenken

De belangrijkste microscopische structuren van het netvlies zijn de fotoreceptoren (staafjes en kegeltjes). De andere lagen van het netvlies zoals pigmentcellen en zenuwcellen kunnen eveneens aangeduid en besproken worden. Er kan ook melding gemaakt worden van de gele vlek en de blinde vlek.

Leerlingen kunnen de waarnemingen uitvoeren met de microscoop op een gekregen micropreparaat. Er kan ook gebruik gemaakt worden van microscopische foto's om deze waarnemingen te doen. Bij "Leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad" vindt men onder de wetenschappelijke vaardigheden de leerlijn microscopie (zie 2.2).

B5

**De functies van de verschillende macroscopische en microscopische structuren in het oog verwoorden.**

B3  
SET4, SET5

### Wenken

Om de lichtgevoeligheid en het zien van kleuren te verklaren kan er vertrokken worden van de bouw van het netvlies en de bouw van staafjes en kegeltjes.

B6

**Uit experimenten de werking van het oog beschrijven en verklaren.**

B1, B3  
W1, W2

### Wenken

Beeldvorming, accommodatie, pupilreflex, lichtgevoeligheid kunnen hier aan bod komen.

Met behulp van een kaars-lens (loep)-schermstelsel of een optische bank kan de omgekeerde beeldvorming en de kwaliteit van de beeldvorming bij het oog gedemonstreerd en verduidelijkt worden.

Het gebruik van een bril of contactlenzen om oogafwijkingen te corrigeren, kan aan bod komen.

Overleg met de collega fysica is in elk geval aangewezen.

### Suggesties voor practica

- Onderzoek naar de blinde vlek.
- Regeling van de lichtintensiteit door het oog (observatie van de pupilreflex).
- Lichtgevoeligheid van de staafjes/kegeltjes bij toenemende duisternis.
- Kleurgevoeligheid van kegeltjes.
- Positieve en negatieve nawerking (traagheid van het oog).
- Microscopisch waarnemen van een facetooi en de ocellen van een insect.

### Link met fysica

Het is niet de bedoeling in de lessen biologie de beeldvorming volledig uit te werken. De beeldvorming wordt uitgebreid behandeld in de fysica tijdens de lessen optica. Dit gebeurt echter vaak op een ander moment van het jaar. Het begrip brandpunt bij een bolle lens kan in de les biologie snel geïllustreerd worden bij de bouw van het oog. Het principe van accommodatie kan ook zonder de grondige fysische achtergrond van de beeldvorming uitgelegd worden.

V6

**De werking** van de verschillende fotopigmenten in staafjes en kegeltjes **illustreren**.

B1, B3

### Wenken

Fotopigmenten ondergaan een chemische verandering bij belichting. Rodopsine bevindt zich in de staafjes en is niet gevoelig voor de verschillende golflengten van het zichtbare licht.

De drie andere pigmenten rood, groen en blauw bevinden zich in de kegeltjes. Deze pigmenten zijn gevoelig voor verschillende golflengtes van het zichtbare licht en maken het waarnemen van kleuren mogelijk.

B7

**Aantonen** dat het verwerken van de beelden (het "zien") **een proces** is dat in de hersenen tot stand komt.

B3  
W1

### Wenken

Het verwerken van beelden, "het zien", komt hier aan bod: het zien van kleuren, het dieptezicht (binoculair of stereoscopische zicht), optische illusie.

### Suggesties voor practica

- Stereoscopisch zien onderzoeken.
- Beïnvloeding van visuele waarnemingen door interpretatie (optische illusie).

B8

**Voorbeelden** van zintuiglijke stoornissen van het oog **toelichten en illustreren** hoe ze eventueel kunnen worden voorkomen of gecorrigeerd.

B4  
W5  
SET26, SET28,  
SET29, SET30,  
SET32, SET33,  
SET34, SET35,  
SET36

### Wenken

Kleurenslechtezindheid, cataract, glaucoom, oudverziendheid, netvliesloslating, lui oog ... kunnen hier aan bod komen.

### Suggesties voor practica

Onderwerpen uit de biosociale en biomedische problematiek kunnen geschikt zijn om leerlingen te begeleiden bij het stellen van onderzoeksvragen, het formuleren van een hypothese en het zelfstandig opzoekingswerk.

Men kan vertrekken van vragen over de impact die een verandering van de normale structuren op de werking



van het oog heeft. Zo kan men dan de aandoening laten opsporen.

De volgende vragen kunnen aan bod komen:

- Hoe werkt het oog bij een gezond persoon?
- Welk deel van het oog werkt niet/onvoldoende bij een bepaalde stoornis?
- Hoe kan de afwijking behandeld worden?

B9

**Uit waarnemingen afleiden** dat geluid een trillingsverschijnsel is.

B1

W1

### Wenken

Geluid als fysisch verschijnsel wordt in fysica pas in de derde graad besproken. Geluid moet dus kort in de lessen biologie geduid worden.

Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op de fysische aspecten van het geluid. Begrippen als toonhoogte en geluidsterkte worden aangehaald en de rol van de middenstof kan worden toegelicht.

B10

**Op een model en beeldmateriaal** van het oor de macroscopisch en microscopisch waarneembare structuren **aanduiden, benoemen en beschrijven**.

B3

SET1, SET3

### Wenken

De macroscopische structuren van het oor zijn:

- het uitwendig oor met oorschelp, gehoorgang en trommelvlies;
- het middenoor met trommelholte met gehoorbeentjes en buis van Eustachius;
- het binnenoor met het slakkenhuis en de halfcirkelvormige kanalen (de eigenlijke geluids- of fonoreceptoren bevinden zich in het orgaan van Corti in het slakkenhuis).

B11

**De functies** van de verschillende **macroscopische** en **microscopische** structuren in het oor **verwoorden**.

B3

SET1, SET4,  
SET5

V11

**Op een micropreparaat en beeldmateriaal** van het orgaan van Corti de geluidsreceptoren en membranen **aanduiden, benoemen en de werking beschrijven**.

B1, B3

### Wenken

Ook de functie van de buis van Eustachius komt hier aan bod.

#### Suggesties voor practica

- Onderzoek naar de drempelwaarde van geluidsprikkels.
- Onderzoek naar de betekenis van twee oren om een geluidsbron te lokaliseren.

B12

**De werking** van het oor **beschrijven en verklaren**.

B3

### Wenken

De geluids- of fonoreceptoren in het oor vangen de geluidsprikkel op en zorgen voor het doorgeven, versterken en omzetten van de geluidsgolven in een zenuwimpuls.

De geluidsgolven volgen een weg door de uitwendige en de inwendige structuren van het oor. De weg wordt beschreven en de functies van de geluidopvangende structuren van het oor worden aangegeven. De realisatie van deze doelstelling kan gebeuren aan de hand van animaties.



### Suggestie voor uitbreiding

- Met voorbeelden geluidswaarnemingen bij andere dieren illustreren. Echolocatie bij vleermuizen, richten van de oorschelp bij o.a. honden, ultratonen bij honden en dolfijnen, infratonen bij olifanten en walvissen (voortplanting geluid in water).

B13

**Aantonen** dat het verwerken van geluiden (het “horen”) **een proces** is dat in de hersenen tot stand komt.

B1, B3  
W1

### Wenken

Er komen zeer veel geluiden in ons oor binnen en er bereiken veel meer geluidsprikkels de hersenen dan deze waarvan we bewust zijn.

### Suggesties voor practica

- Opzoekopdracht: “Selectief horen” of het zogenaamde “cocktail party effect” onderzoeken.

B14

**Voorbeelden** van zintuiglijke stoornissen van het oor **toelichten en illustreren** hoe ze eventueel kunnen worden voorkomen of gecorrigeerd.

B4  
W5  
SET26, SET28,  
SET29, SET30  
SET31, SET32,  
SET34

### Wenken

Doofheid, gehoorschade, tinnitus, otitis kunnen hier aan bod komen.

Gevaren voor het optreden van stoornissen bij het gebruik van mp-3 spelers, geluidsoverdracht bij concerten, geluidsoverlast in bioscopen ... kunnen behandeld worden.

### Suggesties voor practica

Onderwerpen uit de biosociale en biomedische problematiek kunnen geschikt zijn om leerlingen te begeleiden bij het stellen van onderzoeksvragen, het formuleren van een hypothese en bij zelfstandig opzoekwerk. De volgende vragen kunnen aan bod komen:

- Hoe werkt het oor bij een gezond persoon?
- Welk deel van het oor werkt niet/onvoldoende bij een bepaalde stoornis?
- Hoe kan de afwijking behandeld worden?

B15

**Op een model en beeldmateriaal** van het oor de ligging van het evenwichtsorgaan met de evenwichtsreceptoren **aanduiden en benoemen**.

B3  
SET3

### Wenken

De evenwichtsreceptoren liggen in de statolietorganen en de ampulla-organen.

B16

**Bouw, werking en functie** van de evenwichtsorganen in het oor **beschrijven** in functie van het tot stand komen van het evenwicht.

B3

### Wenken

Om de bewegingszin te illustreren, kunnen fysische modellen aangewend worden, zoals de invloed van de relatieve beweging van water in een draaiend bekersglas op een kartonnen strook die vastgekleefd is op de binnenwand. Het is niet de bedoeling een fysische verklaring van deze proef te geven.

V16	<b>Experimenteel bepalen</b> welke andere receptoren nog een invloed hebben op het bewaren van het evenwicht.	B1, B3 W1, W2 SET6, SET31, SET32, SET33, SET34, SET35, SET36
-----	---	---

### Wenken

Evenwicht is een complex verschijnsel waarbij de evenwichtsreceptoren in het oor, lichtreceptoren in het oog en proprioreceptoren in de spieren en gewrichten een rol spelen. Wanneer de hersenen tegenstrijdige informatie uit de receptoren ontvangen, kan dit tot duizeligheid leiden. Het ontstaan van zeeziekte kan hier behandeld worden.

### Suggestie voor practicum

- Onderzoek naar de rol van oogfixatie bij evenwicht.

B17	<b>Experimenten uitvoeren</b> i.v.m. smaak, reuk of tast.	B1, B3 W1, W2 SET31, SET33, SET34, SET35, SET36
-----	---	---

### Suggesties voor practica

- Onderzoek naar de invloed van vocht op de smaak.
- Onderzoek naar het verband tussen smaak en reuk.
- Onderzoek naar tastillusie.
- Onderzoek naar de reuk en smaakdrempelwaarden.
- Onderzoek naar adaptatie bij de smaak.
- Onderzoek naar de drukgevoeligheid van de huid.
- Onderzoek naar de temperatuursgevoeligheid van de huid.

V17a	<b>Op een model of beeldmateriaal</b> van tong, neus, huid de receptoren <b>aanduiden, benoemen en beschrijven</b> .	B3 SET3
V17b	De <b>functies van de verschillende receptoren</b> in tong, neus en huid <b>verwoorden</b> .	B3 SET4, SET5

### Wenken

Chemo-, mechanoreceptoren (tastpapillen op tong ...) komen hier aan bod.

## 5.1.2 Organismen vertonen reactie op prikkels uit hun omgeving

(circa 10 lestijden)

B18	<b>Uit waarnemingen afleiden of illustreren</b> dat bewegingen en kliersecreties reacties zijn op prikkels.	B1, B3 W1
<b>Wenken</b> <p>Er kan hier teruggekoppeld worden naar doelstelling B1 waar de relatie prikkel-reactie aan bod komt. Nu kan er aandacht besteed worden aan de soorten reacties (o.a. bewuste of onbewuste).</p> <p>Beweging en secretie kunnen bij de mens gemakkelijk worden waargenomen.</p> <p>Uit waarnemingen of voorbeelden kan worden afgeleid dat kliersecretie (bv. speekselsecretie) door velerlei fysische en psychische factoren zoals geur, vochtigheid en smaak van voedsel uitgelokt en beïnvloed kan worden.</p>		
B19	<b>Uit waarnemingen afleiden en illustreren</b> dat bewegingen veroorzaakt worden door spierwerking, al dan niet in samenwerking met het skelet.	B1, B3 W1
<b>Wenken</b> <p>De bewegingen van ledematen gebeurt door de samenwerking van skeletspieren en pezen, beenderen en gewrichten. Door een werkende skeletspier (bv. de biceps) te betasten, kan worden vastgesteld dat beweging ontstaat door samentrekking van spieren. Er kan ook gewezen worden op de rol van de pezen bij de aanhechting van de spieren op het skelet.</p> <p>Bij bewegingen zoals peristaltiek (darm, zaad- en eileider), uitzetten en vernauwen van bloedvaten, kloppen van de hartspier, kippenvleugel krijgen ... spelen het skelet en de skeletspieren geen rol.</p> <b>Suggesties voor practica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Onderzoek van de gewrichten, spieren en pezen bij een kippenvleugel of kippenpoot.</li><li>• Waarneming van de voortbeweging bij de regenworm.</li></ul> <b>Suggesties voor uitbreiding</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bij enkele ongewervelde dieren en bij ééncellige organismen beschrijven en verklaren hoe beweging tot stand komt. Op enkele ongewervelde dieren, zoals een insect, een regenworm of enkele ééncellige organismen worden bewegingen en bewegingsstructuren vastgesteld. Het bewegingsmechanisme kan worden verklaard. Bij ééncellige organismen kan verwezen worden naar analoge bewegingen van cellen bij de mens.</li><li>• Vormen van beweging bij hogere planten beschrijven. Als bewegingen bij hogere planten kunnen nastieën (bv. hangen van de bladeren bij aanraking van kruidje-roer-mij-niet en van tropieën (bv. groei van de stengel naar het licht) waargenomen worden.</li></ul>		
B20	<b>Aantonen</b> dat antagonistische spieren tegengestelde bewegingen mogelijk maken.	B3
<b>Wenken</b> <p>Met waarnemingen op het lichaam aantonen dat antagonistische spieren zoals buigers en strekkers (triceps/biceps) tegengestelde bewegingen mogelijk maken.</p> <p>Hierbij wordt benadrukt dat spieren enkel actief kunnen verkorten, maar niet actief kunnen verlengen.</p> <b>Suggestie voor uitbreiding</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Het effect van bepaalde bewegingen voor de goede ontwikkeling van het skelet en het spierstelsel</li></ul>		

omschrijven (belang van zithouding, verschil tussen sporten met en zonder contact met de grond...).

B21

Bij de mens enkele bewegingsstructuren **beschrijven en op een model en beeldmateriaal** enkele voorbeelden van beenderen en gewrichten **aanduiden en benoemen**.

B3

SET3

### Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- In gegeven concrete voorbeelden aangeven hoe gewervelde dieren op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving en leefgewoonte. (B10)

Dit houdt o.a. in dat de manier van voortbewegen van de gewervelde dieren besproken werd en dat de leerlingen met de bouw van de ledematen hebben kennis gemaakt.

### Wenken

Het bewegingsapparaat bestaat uit drie grote groepen van bewegingsstructuren: het skelet met de beenderen, de gewrichten en de spieren.

Het is voldoende om elke groep als geheel te beschrijven.

Het benoemen van de beenderen en gewrichten kan men beperken tot enkele voorbeelden van beenderen (schedelbeenderen, wervelkolom, ribben en borstbeen, schouderblad, sleutelbeen en heupbeenderen, beenderen van armen en benen) en enkele voorbeelden van gewrichten (elleboog, knie, heup, schouder). Het is geenszins de bedoeling om alle beenderen en gewrichten op te sommen en aan te duiden.

### Suggestie voor uitbreiding

- Studie van een gewricht bv. kniegewricht.

### Taalsteun

De begrippen "beenderen" en "botten" worden in het dagelijks taalgebruik door elkaar gebruikt. De correcte wetenschappelijke benaming hier is beenderen. Met "bot" verwijst men naar het weefsel. Men spreekt dan ook over botkanker, botmetastasen ...

V 21a

Lange en platte beenderen **situëren** in het lichaam en **functies** van deze beenderen **verwoorden**.

B3

SET4, SET5

V21b

**Op een model of beeldmateriaal** de macroscopische en microscopische **verschillen** tussen beenweefsel en kraakbeenweefsel **waarnemen, aanduiden en benoemen**.

B1,B2, B3

W1

SET1,SET3,  
SET31,SET32,  
SET33,SET34,  
SET35,SET36

### Wenken

Deze verdiepingsdoelstellingen behandelen de bewegingsstructuren op anatomisch niveau.

Voorbeelden van lange beenderen zijn: opperarmbeen, ellepijp, spaakbeen, dijbeen, scheenbeen en kuitbeen. Zij geven steun, helpen bij de beweging, bloedvorming en de opslag van mineralen zoals calciumverbindingen.

Voorbeelden van platte beenderen zijn: borstbeen, schedelbeenderen, ribben, borstbeen, schouderbladen en heupbeenderen. Deze zorgen voor bescherming en spelen ook een rol in de bloedvorming en de opslag van mineralen zoals calciumverbindingen.

Voor de macroscopische waarnemingen kan men beenderen bij de slager bekomen (verschil kippenpoot

en konijnenpoot, ribben ...). Voor de microscopische waarnemingen kan men gebruik maken van een micropreparaat, een foto of een afbeelding.

### Suggesties voor practica

- Vergelijkend microscopisch onderzoek van kraakbeen- en beenweefsel.
- Vergelijkend macroscopisch onderzoek van kraakbeen- en beenweefsel. Samenstelling, hardheid en soepelheid kunnen hier aan bod komen.
- Dissectie van een varkenspoot (zie ook punt 3.5 – wenk i.v.m. dissecties).
- Opzoekopdracht: mogelijke oorzaken van osteoporose (o.a. bij astronauten, tijdens de menopauze, tekort aan lichaamsbeweging, belang van contactsporten) onderzoeken.

### Suggestie voor uitbreiding

- In samenwerking met de leraar LO kan men op zoek gaan naar de verschillende gewrichtstypes in het lichaam. Men onderscheidt scharnier-, kogel-, zadel-, rol- en draaigewricht afhankelijk van de manier waarin de beenderen t.o.v. elkaar kunnen bewegen.

B22

**Op een model en beeldmateriaal** de macroscopische structuren van spieren **benoemen en beschrijven**.

B3

SET3

### Suggestie voor practicum

- Onderzoek van een kleine uitgeprepareerde spier van een kip, schaap, kalf.

B23

**Uitgaande van microscopische waarnemingen** of **beeldmateriaal** het **onderscheid** in bouw tussen de dwarsgestreept en glad spierweefsel **verwoorden**.

B1, B3

W1

SET1,SET32

### Wenken

Bij microscopische waarnemingen onderscheidt men gestreept (skelet- en hartspier) en glad spierweefsel. De actine- en myosinefilamenten kunnen worden aangeduid.

### Suggesties voor practica

- Microscopisch onderzoek van dwarsgestreept spierweefsel (ham, soepvlees ...).
- Onderzoek van glad spierweefsel met een (aangekocht) preparaat van de wand van de dunne darm, slokdarm, maag ...

B24

**De bouw en de werking** van dwarsgestreept en glad spierweefsel **vergelijken** en enkele voorbeelden in het menselijk lichaam **situieren**.

B1, B3

### Wenken

Het streepjespatroon bij dwarsgestreepte spieren is een gevolg van de specifieke ligging van de spierfilamenten t.o.v. elkaar.

Gestreept spierweefsel is door zijn bouw aangepast om slechts kortstondig maar intens arbeid te leveren. Gestreept spierweefsel komt voornamelijk voor in skeletspieren, wordt bestuurd vanuit het animaal zenuwstelsel en staat dus onder invloed van de wil.

Glad spierweefsel daarentegen staat niet bewust onder de invloed van de wil. Het trekt ook veel langzamer en minder intens samen dan dwarsgestreept spierweefsel. Glad spierweefsel wordt bestuurd vanuit het autonoom zenuwstelsel.

In het lichaam wordt glad spierweefsel o.a. aangetroffen in de wand van het maag-darmkanaal, in de wand van slagaders, in de wand van de blaas, in de baarmoederwand en in de bronchiën. Ook de pupilgrootte wordt door glad spierweefsel in de iris bestuurd.

### Suggestie voor uitbreiding

- Het voorkomen van rode en witte spiervezels in gestreepte spieren en het verband met het verbruik van zuurstofgas en met sportprestaties (kortstondige- krachtige en lang durende), aanwezigheid van myoglobine in cytoplasma van de spiervezels bestuderen.

B25

**Aan de hand van een model of beeldmateriaal beschrijven en verklaren** hoe spiercontractie tot stand komt.

B3

SET3

### Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden. (B29)

### Wenken

Om de spieren te laten bewegen, is er energie nodig. Deze chemische energie is in de cellen aanwezig en is nodig om actine en myosine filamenten in elkaar te doen schuiven.

De rol van spierglycogeen en leverglycogeen kan hier aan bod komen.

### Suggestie voor uitbreiding

- Opzoekopdracht: oorzaken van spierkrampen (melkzuur, calciumtekort) onderzoeken.

B26

**Aan de hand van enkele voorbeelden** de bouw van exocriene en endocriene klieren **beschrijven** en de aanpassingen aan hun functie **vergelijken**.

B3

SET6

### Wenken

Op exocriene klieren kan macroscopisch de afvoergang waargenomen worden. Op een micropreparaat van een exocriene en een endocriene klier wordt de aan- of afwezigheid van afvoerkanaal waargenomen. Aan de hand van voorbeelden wordt duidelijk gemaakt dat het endocriene kliersap (=hormoon) langs het bloed vervoerd wordt, in tegenstelling tot het exocriene kliersap. Het begrip hormoon is verbonden met het onderscheid tussen endocriene en exocriene klieren.

Op een schema van het menselijk lichaam kunnen enkele hormonale klieren gesitueerd worden. Het volstaat om enkele voorbeelden van exocriene klieren (spijsverteringsklieren, zweet- en talgklieren) en enkele voorbeelden van endocriene klieren (hypothalamus, hypofyse, schildklier, bijschildklier, eilandjes van Langerhans, bijniere en de voortplantingsklieren) te situeren.

Het begrip hormoon moet zeker aan bod komen. Hormonen zijn organische verbindingen die in uiterst kleine hoeveelheden vele fysiologische processen reguleren. Ze worden op andere plaatsen gesynthetiseerd dan waar zij actief zijn d.w.z. hormonen worden getransporteerd. Bij dieren gebeurt het transport via het bloed.

### Suggestie voor uitbreiding

- Voorbeelden van inwendige en uitwendige secretie bij planten onderzoeken.
  - voorbeelden van inwendige secretie bij planten: groeihormonen en latex;
  - voorbeelden van uitwendige secretie bij planten met klierharen: brandnetel, Pelargonium, tomaat, munt.

### Toelichting voor de leraar "Secretie en excretie"

Secretie is de afscheiding van een functioneel eindproduct. Excretie is de uitscheiding van een afvalproduct. De combinaties van secretie en excretie is mogelijk. Bv. de zweetklieren scheiden afvalproducten uit

en secreteren water dat een rol speelt bij de thermoregulatie van het lichaam.

### 5.1.3 Organismen verwerken prikkels

(circa 11 lestijden)

B27	<b>Experimenteel aantonen en verwoorden</b> dat de reacties op prikkels door het zenuwstelsel en/of het hormonaal stelsel gecoördineerd worden.	B1, B3 W1, W2 SET31, SET32, SET33, SET34, SET35, SET36
<b>Link met de eerste graad</b> In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling: <ul style="list-style-type: none"><li>In gegeven concrete voorbeelden aangeven hoe gewervelde dieren op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving en leefgewoonte. (B10)</li></ul> Leerlingen weten hoe (kop)kenmerken (zichtjagers ... ) gekoppeld zijn aan gedrag bij prooidieren /roofdieren (trage reacties en snelle reacties).		
<b>Wenken</b> Coördinatie van prikkels op reacties betekent dat er communicatie tussen cellen plaats grijpt. Met voorbeelden kan worden aangetoond dat de reactie op een prikkel meestal in een ander orgaan tot stand komt dan in de receptor. Hieruit kan afgeleid worden dat een verbinding noodzakelijk is. Het zenuwstelsel en/of het hormonaal stelsel vervullen deze coördinerende functie.		
<b>Suggesties voor practica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Onderzoek naar de coördinatie van reacties op prikkels door de hersenen:<ul style="list-style-type: none"><li>meten van de reactiesnelheid;</li><li>onderzoek naar reflexen;</li><li>bepalen van de oog- en handcoördinatie.</li></ul></li></ul>		
B28	<b>Op een model of beeldmateriaal</b> de delen van het centraal en perifeer zenuwstelsel <b>aanduiden en benoemen</b> .	B3 SET3
<b>Wenken</b> Naar de ligging van de delen van het zenuwstelsel wordt onderscheid gemaakt tussen centraal en perifeer zenuwstelsel. Het centrale zenuwstelsel bestaat uit: hersenen en het ruggenmerg. Het perifere zenuwstelsel vormt de verbindingen van en naar het centrale zenuwstelsel en de organen/weefsels.		
B29	<b>Op een micropreparaat of beeldmateriaal</b> van een dwarse doorsnede van het ruggenmerg, de delen met in- en uit tredende zenuwen <b>aanduiden en benoemen</b> .	B1, B3
B30	<b>Op een model of beeldmateriaal</b> de belangrijkste hersendelen <b>aanduiden en benoemen</b> .	B3 SET3

## Wenken

De belangrijkste delen van de hersenen zijn: grote hersenen met verschillende lobben (cortex of hersenschors, thalamus, hypothalamus, hersenbalk), kleine hersenen, hersenstam.

Verse hersenen (schaap, varken) kunnen bij de slager bekomen worden. Het inzicht in de wetenschappelijke werk- en denkmethode voor het verzamelen van die kennis is belangrijker dan een gedetailleerde hersenkaart.

Demonstratie van de dissectie van de hersenen kan hier een mogelijke didactische werkvorm zijn (zie ook punt 3.5 – wenk i.v.m. dissecties).

B31

De **functies** van enkele hersendelen **afleiden** uit de gevolgen van letsels aan die hersendelen.

B4

W1, W5

SET4,SET5

SET31,SET32,

SET33,SET34,

SET35,SET36

## Wenken

Men kan onderscheid maken tussen primaire en secundaire centra, sensorische en motorische centra. Spraak-, gezicht- en gehoorcentrum kunnen geïdentificeerd worden. De behandeling van het limbisch systeem, betrokken bij de verwerking van emotie, motivatie, genot en het emotioneel geheugen kan eveneens aan bod komen.

Het is zeker niet de bedoeling om de volledige anatomische bouw van de hersenen te behandelen en een volledige hersenkaart te maken.

### Suggesties voor practica

Onderwerpen uit de biosociale en biomedische problematiek zijn geschikt om leerlingen te begeleiden bij het stellen van onderzoeksvragen, het formuleren van een hypothese en het zelfstandig opzoekingswerk.

Men kan vertrekken van vragen over de impact die een verandering van de normale structuren op de werking van de hersenen heeft. Zo kan men een aandoening laten opsporen.

B32

**Op een micropreparaat en beeldmateriaal de delen van een zenuwcel aanduiden, benoemen en beschrijven.**

B3

SET33

## Wenken

De delen van een zenuwcel zijn: dendrieten, cellichaam, axon. De myelineschede met de cellen van Schwann (PZS), gliacellen (CZS) en de knopen van Ranvier kunnen besproken worden.

### Suggestie voor practicum

- Observatie van een micropreparaat van zenuwweefsel.

B33

Het doorgeven van een impuls aan en tussen de zenuwcellen **op een eenvoudige en schematische manier beschrijven en uitleggen.**

B2, B3

SET2,SET9

## Wenken

Door de functie van receptoren in zintuigen bij de omzetting van prikkel naar zenuwimpuls te beschrijven, kan er teruggekoppeld worden naar de doelstelling B1 en B2 waar de relatie prikkel - reactie aan bod komt. Hier wordt er aandacht besteed aan de elektrische (actiepotentiaal) en chemische (neurotransmitter) aspecten van impulsgeleiding.



### Taalsteun

Er wordt verkeerdelijk gesproken over “prikkelgeleiding”. Prikkel worden opgevangen door receptoren. Deze receptoren zetten de prikkel om in een zenuwimpuls. De zenuwimpuls wordt dan doorgegeven naar de hersenen en verwerkt. Een volgende zenuwimpuls zal een reactie in het effector orgaan veroorzaken.

B34

**Het onderscheid verwoorden** tussen animaal en autonoom zenuwstelsel en bij het autonoom zenuwstelsels **het verschil** tussen parasympatisch en sympatisch zenuwstelsel **duiden**.

B3

### Wenken

Steunend op de functies kan met voorbeelden het onderscheid worden gemaakt tussen het animaal en het autonoom zenuwstelsel. In de biologie bedoelt men met “animaal” onder invloed van de wil. Met “autonoom” daarentegen bedoelt men niet onder invloed van de wil.

Het animale zenuwstelsel zorgt voor bewuste waarnemingen en bewegingen. Het autonome zenuwstelsel regelt vooral de werking van inwendige organen en wordt onderverdeeld in het parasymphatische en het sympatisch zenuwstelsel.

Er wordt doelbewust omwille van de betekenis in het dagelijks taalgebruik, geen gebruik meer gemaakt van de begrippen “willekeurig” en “onwillekeurig” zenuwstelsel.

B35

**De gevolgde weg** van een zenuwimpuls bij een reflex en bij een gewilde beweging **beschrijven**.

B3

### Wenken

Bij een bewuste reactie of een gewilde beweging vertrekt de geleiding van de zenuwimpuls vanuit de hersenen.

Bij een reflex volgt de zenuwimpuls een reflexboog via sensorische zenuwen, het ruggenmerg en motorische zenuwen. Een reflexboog verloopt niet door de grote hersenen.

B36

Hormonale klieren **situieren** en de **functie** of het **effect** van enkele hormonen **illustreren**.

B3

SET19, SET32

### Wenken

Hier kunnen geslachtshormonen (testosteron, oestrogenen, FSH, LH), groeihormonen, schildklierhormonen, insuline, glucagon, EPO, prolactine ... aan bod komen.

De hormonale regeling van de menstruele cyclus komt in de derde graad uitgebreid aan bod.

Het is niet de bedoeling om alle hormonale systemen in detail te bespreken. Sommige hormonen werken op een beperkt aantal organen, andere hormonen werken op een zeer groot aantal organen.

## 5.1.4 Coördinatie van reacties op prikkels

(circa 4 lestijden)

B37

**Met een voorbeeld** de coördinerende werking van het endocrien stelsel **aantonen en verklaren** hoe die bijdraagt tot de homeostase.

B3

W1

SET19

### Wenken

De volgende eenvoudige voorbeelden kunnen aan bod komen: de werking van o.a. de alvleesklier, die leidt tot een evenwichtstoestand van het glucosegehalte in het bloed, hormonen die een rol spelen in het calciummetabolisme.

### Link met de derde graad

De voortplantingshormonen komen bij alle studierichtingen van de derde graad aso uitgebreid aan bod. Een uitgebreide behandeling van homeostase komt in het vijfde jaar wetenschappen aan bod.

B38

**Met een voorbeeld** de samenhang **illustreren** tussen het zenuwstelsel en het endocrien stelsel bij de coördinatie van reacties op prikkels en hierbij de betekenis van een terugkoppelingssysteem **beschrijven**.

B2, B3  
SET19

### Wenken

De samenwerking tussen beide coördinatiestelsels kan geïllustreerd worden aan de hand van een schema (bv. adrenaline-afscheiding bij stress, het afscheiden en vrij stellen van melk uit de melkklieren bij het zuigen).

B39

**Voorbeelden** van neurale of hormonale stoornissen **toelichten** en **illustreren** hoe ze eventueel kunnen worden vermeden.

B4  
W5  
SET26, SET28,  
SET30, SET31,  
SET32, SET34

### Wenken

Mogelijke onderwerpen zijn gezichtsstoornissen; alcohol en drugs; ziekte van Parkinson; diabetes; multiple sclerose; epilepsie.

Een gastspreker uitnodigen of een bezoek brengen aan een kinesist (elektromassage), huisarts, schoolarts, oogarts, neuroloog (EEG) ... kan hierbij nuttig zijn.

Bij de keuze van de onderwerpen is het nuttig om de contexten van VOET in het schoolwerkplan rond gezondheidseducatie te raadplegen.

### Suggestie voor uitbreiding

Als uitbreiding kunnen **zowel** hormonale als neurale stoornissen toegelicht en geïllustreerd worden.

## 5.2 Tweede leerjaar van de tweede graad

### 5.2.1 Terreinstudie

(circa 8 lestijden waarvan minstens 4 op terrein)

B40	<b>Uit waarnemingen op het terrein de grote verscheidenheid aan organismen in een biotoop vaststellen en een aantal van deze organismen determineren.</b>	B1, B6 W1, W4 SET17, SET31,SET32, SET33,SET34, SET35, SET36
B41	<b>Uit waarnemingen en metingen op het terrein de habitat van waargenomen organismen beschrijven.</b>	B1, B6 W1 SET17,SET16 SET18
B42	<b>Uit resultaten van de metingen en waarnemingen op het terrein een relatie leggen tussen het voorkomen van organismen en abiotische en biotische factoren.</b>	B1, B6 W1, W2, W4 SET17, SET18

#### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad een biotoop leren kennen en de onderstaande leerplandoelstellingen werden hierbij gerealiseerd:

- Determineerkaarten hanteren om de verscheidenheid bij bloemplanten te ontdekken. (B2)
- Vanuit waarnemingen een grote verscheidenheid aan organismen in een biotoop vaststellen en een aantal van deze organismen benoemen. (B5)
- Een aantal abiotische factoren meten en de resultaten weergeven. (B6)
- Aantonen dat de variatie in het voorkomen van organismen afhankelijk is van een aantal abiotische factoren. (B7)

#### Wenken

Bij de keuze van een biotoop houdt men rekening met de biotoop die in de eerste graad NW bestudeerd werd.

Zorg voor variatie door een ander biotoop te kiezen. Een verdiepende aanpak en een meer gedetailleerde bespreking worden gerealiseerd door de link met de verschillende abiotische factoren en de vergelijking tussen verschillende biotopen.

De terreinstudie kan in de school, in de nabije omgeving van de school of buitenschools uitgevoerd worden, al of niet in samenwerking met een natuureducatief centrum.

Tijdens de terreinstudie worden in een bepaald biotoop waarnemingen en metingen van biotische en abiotische factoren uitgevoerd. Deze waarnemingen en metingen worden in de klas geïnterpreteerd en besproken. De resultaten op het terrein kunnen in de klas verder verfijnd worden. Zo kunnen gegevens van internet en naslagwerken geraadpleegd worden om habitat en ecologische niche van de gevonden organismen volledig te beschrijven.

De gegevens uit de terreinstudie vormen de basis voor de realisatie van een aantal leerplandoelstellingen van classificatie en ecologie. De noodzaak van een classificatiesysteem en de opbouw van het ecosysteem kunnen optimaal aangebracht worden als men vertrekt van een terreinstudie.

Determinatie is in deze context het "op naam brengen" van een planten- of diersoort, dat wil zeggen bepalen tot welke soort een bepaald exemplaar/organisme behoort. Hiervoor wordt meestal gebruik gemaakt van determinatietabellen of determinatiesleutels.

Een excursie met doelgerichte determinatieopdrachten geeft een kijk op de verscheidenheid aan organismen.

In de ecologie (milieuleer) wordt de soortenrijkdom als een aspect van biodiversiteit behandeld. Voor de bespreking van heel wat ecologische aspecten (wisselwerking soort en milieu) is een zo ruim mogelijk beeld van de onderzochte biotoop noodzakelijk. Landschapselementen, grondgebruik van de omgeving, lichtinval, geschiedenis van het terrein aan de hand van Ferrariskaarten ... kunnen aan bod komen. Door zorgvuldig de te bestuderen en de te inventariseren zone te kiezen, kan men gemakkelijker een verband leggen tussen de verspreidingsgraad van de organismen en één of meerdere abiotische factoren (vochtigheid, licht, bodemgesteldheid ...). De resultaten uit de metingen van abiotische factoren laten ook toe om te verwijzen naar de interactie van organismen met het abiotische milieu. Het is ook mogelijk de verspreidingsgraad in relatie te brengen met biotische factoren (betreding, plaats in de voedselketen ...). Het noteren van de plaats waar de waargenomen soorten leven, maakt het mogelijk om het verschil/verband tussen habitat, niche en biotoop te concretiseren.

Tijdens de excursie kan men ook de interacties binnen de soort en de interacties tussen verschillende soorten waarnemen en rapporteren. Een uitgebreidere bespreking volgt later. Ook de invloed van de mens op de biotoop kan worden waargenomen.

De resultaten van de terreinwaarnemingen kunnen via de computer verwerkt en weergegeven worden.

### **Suggesties voor practica**

Volgende (waarnemings)opdrachten kunnen op het terrein worden uitgevoerd:

- Bepalen van Belgisch biotische index (BBI) (voorkomen van macro-invertebraten in relatie met het zuurstofgehalte).
- Onderzoek van 'tredplanten' op en naast een wandelpad.
- Opname van de verspreiding van het kogelwier op boomstammen.
- Bepaling van de diversiteitindex in graslanden.
- Opname van transecten:
  - van de bermen van een holle weg;
  - van de overgangen slikken naar schorren, strandduin;
  - van natte en droge heide.
- Beschrijving van de overgang van een biotoop naar een ander biotoop.
- Zonering van wieren.
- Zoetwateronderzoek.

### **Suggestie voor uitbreiding**

- Uit waarnemingen de verscheidenheid tussen organismen in twee verschillende terreinen (biotopen) vaststellen in een beperkt ecologisch onderzoek.  
Het bestuderen van twee verschillende biotopen is een extra oefening om organismen te identificeren en te determineren. Door flora, fauna en abiotische factoren van verschillende terreinen met elkaar te vergelijken, kan bij de leerlingen het besef groeien dat organismen niet willekeurig verspreid in het milieu voorkomen.  
Deze uitbreiding kan een synthese (onderzoeks-)opdracht op het einde van het schooljaar zijn. Het vaststellen van de verschillen biedt de kans om te zoeken naar een verklaring van deze verschillen en om de inzichten verworven in ecologie toe te passen.

## 5.2.2 Ecologie

### 5.2.2.1 Interacties tussen organismen en hun omgeving

(circa 9 lestijden)

B43	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> de opbouw van een eenvoudig ecosysteem <b>omschrijven en verduidelijken</b> .	B9 W5
<p><b>Wenken</b></p> <p>Voorbeelden van ecosystemen zijn: woestijn, koraalrif, taiga, slikken, schorren, vijver, elzenbroekbos, beemd, heide, moeras ...</p> <p>Uitgaande van informatie over één ecosysteem kunnen de basisbegrippen omtrent ecologie toegelicht worden: biotische factoren, abiotische factoren, habitat, ecologische niche, biotoop, levensgemeenschap, ecosysteem en populatie.</p> <p>De ecologie bestudeert ecosystemen en levensgemeenschappen. De dynamiek of successie (van primair tot climax) van een ecosysteem, de processen die invloed hebben op het voorkomen en de aantallen van organismen, de wisselwerking tussen organismen van een zelfde soort en/of van verschillende soorten, de flux en omzetting van energie en materie komen hier aan bod.</p> <p>Bij deze opdracht kan er zeker teruggekoppeld worden naar de terreinstudie. Deze opdracht kan ook gekaderd worden binnen ICT.</p>		
B44	<b>Met voorbeelden en experimenteel</b> de interacties tussen organismen en milieufactoren <b>aantonen en toelichten</b> .	B1, B8 W1, W2, W4 SET16 SET31, SET32,SET33, SET34,SET35, SET36
<p><b>Wenken</b></p> <p>Zowel de invloed van een organisme op het milieu als de invloed van het milieu op het organisme komen hier aan bod. Een aantal van de waarnemingen uitgevoerd op het terrein, zijn bruikbaar om de interacties tussen organismen en het milieu te illustreren.</p> <p>Daarnaast zijn er nog tal van voorbeelden uit andere biotopen om deze interactie te illustreren.</p> <p>Enkele voorbeelden die de invloed van organismen op het milieu aantonen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• betreding (verdichting van de bodem);</li><li>• begrazing (vermesting, verzuring);</li><li>• beschadiging van oevers (door eenden);</li><li>• nitrificering van de bodem door de uitwerpselen van vogels (meeuwen);</li><li>• waterverontreiniging door waterrecreatie;</li><li>• daling biodiversiteit (flora/fauna) door monoculturen.</li></ul> <p>Enkele voorbeelden die de invloed van het milieu op organisme aantonen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• overbemesting;</li><li>• eutrofiëring;</li><li>• effecten van schaduw op de onderbegroeiing in bossen;</li><li>• verlies van heide door de ontwikkeling van grassen;</li><li>• verdroging (droge zomer, daling van de watertafel, irrigatie);</li><li>• verkeer;</li></ul>		

- verbranding (vb heide).

### Suggesties voor practica

Men kan onder begeleiding een beperkt ecologisch onderzoek uitvoeren. Dit kan een laboratoriumexperiment zijn waarmee de interacties tussen organismen en hun milieu onderzocht worden. Dergelijke experimenten kunnen gebruikt worden om de wetenschappelijke methode in te oefenen.

- Onderzoek van het gedrag van eencellige organismen, ongewervelde dieren (pissebedden, regenwormen, vliegenlarven, meelwormen, krekels, kakkerlakken, duizend- en miljoenpoten) en planten op abiotische factoren:
  - lichtprikkel;
  - temperatuursveranderingen;
  - chemische prikkels;
  - elektrische prikkels;
  - vochtigheid.
- Invloed van abiotische factoren op de kieming en de groei van tuinkers (zout, vochtigheidsgraad, licht, ...).
- Invloed van het zuurstofgas gehalte op de ademfrequentie van een goudvis.
- Invloed van de vochtigheidsgraad op het aantal huidmondjes bij planten.
- Opzoekopdrachten:
  - de invloed van strooizout en keukenzout op de organismen in het milieu onderzoeken;
  - de invloed van overbemesting op organismen onderzoeken;
  - de invloed van de bodemsoort op organismen onderzoeken.

B45

Met **gegeven en zelfgekozen voorbeelden toelichten** hoe organismen aan de omgeving zijn aangepast.

B8

SET16

### Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- In gegeven concrete voorbeelden weergeven hoe bloemplanten op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving. (B4)
- Met voorbeelden weergeven hoe bloemplanten op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving. (V4)
- In gegeven concrete voorbeelden aangeven hoe gewervelde dieren op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving en leefgewoonte. (B10)

### Wenken

Tijdens de biotoopstudie zijn er voorbeelden van aanpassingen van organismen aan het milieu waargenomen. Daarnaast kunnen ook voorbeelden uit andere biotopen aan bod komen.

Bij planten vindt men aanpassingen van wortel, stengel, blad en bloem aan de vochtigheidsgraad van bodem en lucht, lichtintensiteit, belichtingsduur ...

Enkele voorbeelden van aanpassingen (adaptaties):

- wortelvorming bij grassen is afhankelijk van de vochtigheidsgraad;
- boomvorm (vertakkingen) is afhankelijk van de standplaats (bos/open terrein/aan bosrand);
- bij de waterranonkel (onder/boven water), paardenbloem (geografische hoogte), klimop (hoogte op de stengel) komt bladpolymorfisme voor;
- de kleur van bladeren bij succulenten (vetplanten en cactussen) zoals Aloë (afhankelijk van de lichtintensiteit);
- succulenten beschermen hun watervoorraad door de aanwezigheid van stekelige bladeren en giftige stoffen;
- bomen in gematigde streken verliezen hun bladeren en zetten hun metabolisme op een laag pitje om de winterdroogte door te komen;
- drijvende bladeren van waterplanten hebben huidmondjes bovenaan het blad.

Bij dieren vindt men aanpassingen van de lichaamsvorm aan de omgeving in functie van voortbeweging, voeding, ademhaling ...

Enkele voorbeelden van aanpassingen zijn:

- de ademhalingsorganen bij "macro-invertebraten" (vb. verschillende soorten waterkevers) vertonen adaptaties aan een specifiek milieu;
- de monddelen bij geleedpotigen zijn aangepast aan de voeding;
- darren, werksters en koningin (honingbijen) vertonen anatomische aanpassingen aan hun functie in de bijenkorf.

### Suggestie voor practicum

- Aanpassingen van statenvormende insecten aan het groepsleven onderzoeken. Vanuit microscopisch onderzoek van de monddelen en de lichaamsbouw van darren, werksters en koningin kan men de functie van de organismen in de sociale staat bepalen.

### Link met biologie derde graad

In de derde graad maakt men een onderscheid tussen adaptaties aan het milieu die ontstaan zijn door modificatie of door mutatie. Adaptaties worden modificaties genoemd als ze omkeerbaar zijn (bv. als de organismen naar een ander milieu worden gebracht) en ze niet ontstaan zijn door een verandering in de genen.

Naast deze modificaties zijn er adaptaties die in de loop van de evolutiegeschiedenis in de genen verankerd werden. Deze veranderingen liggen vast in het genoom. Ze komen in een populatie voor als gevolg van natuurlijke selectie.

B46

**Met voorbeelden aantonen** dat organismen aangepast zijn aan cyclisch weerkerende natuurverschijnselen.

SET 23

### Wenken

Organismen zijn aangepast aan bepaalde cycli zoals dag en nacht, seizoenen, eb en vloed.

Voorbeelden: blaaswier in getijdenzone, paargedrag en voortplanting is seizoengebonden, openen en sluiten van bloemen wordt bepaald door dag/nachtritme, de bloei van bloemen is bij sommige planten afhankelijk van de belichtingsduur (korte - lange dag), algenbloei en seizoenen, vogeltrek, winterslaap.

### 5.2.2.2 Interacties tussen organismen van een zelfde soort

(circa 9 lestijden)

B47

**Aan de hand van voorbeelden** voor- en nadelen van groepsvorming **benoemen, beschrijven en vergelijken.**

B8

B48

**Gradaties** van sociale interacties en sociaal gedrag binnen een groep **vergelijken.**

B8  
W5

### Wenken

Tussen individuen van eenzelfde soort kunnen talloze interacties en/of relaties voorkomen.

Coöperatie en concurrentie (competitie) als vormen van interactie tussen organismen komen hier aan bod.

Het in groep leven met soortgenoten heeft voordelen o.a. bij de overlevingskans (waakzaamheid, bescherming, voedsel verzamelen, overwinnen van obstakels ...) en bij het in stand houden van de soort (partner vinden, paring, broedzorg).

In groep leven kan ook nadelen hebben. Er kan binnen de groep competitie (wedijver) optreden voor habitat, voedsel, partner(s), sociale status. Deze wedijver kan eventueel leiden tot agressie. Andere nadelen zijn de grotere kans op overdracht van ziekten, voedselgebrek.

Om deze doelstelling te realiseren kan men gebruik maken van informatie en voorbeelden verkregen uit waarnemingen op het terrein, beeldmateriaal, experimenten.

Groepsvorming kan talrijke gradaties vertonen:

- in grootte (van paarvorming tot grote groepen);
- in duur (tijdelijk of blijvend );
- in taakverdeling (sociale staat, kudde, groep met hiërarchie).

De voorbeelden kunnen gegeven of zelf gekozen zijn.

### Suggesties voor practica

- Onderzoek van een moszode.
- Opzoekopdrachten:
  - voedselconcurrentie onderzoeken;
  - de onderlinge beïnvloeding van organismen van dezelfde soort onderzoeken.

B49	<b>Uit informatie</b> over het groepsleven bij dieren <b>afleiden</b> dat communicatie noodzakelijk is voor het functioneren van de groep.	B8
B50	<b>Met voorbeelden</b> de methode en de functie van overdracht van informatie (communicatie) <b>weergeven</b> .	B8

### Wenken

Soortgenoten moeten elkaar informeren zodat ze elkaar stimuleren tot bepaalde reacties in verband met gemeenschappelijke veiligheid (alarm slaan), territoriumafbakening, voedselvoorziening (samenwerking bij de jacht), bereidheid tot paren. Imponeergedrag en verzoeningsgedrag, baltsgedrag, taakverdeling, territoriumgedrag, conflictgedrag zijn begrippen die hier aan bod komen.

Communicatie kan chemisch, auditief, visueel en tactiel zijn.

De experimenten van Von Frisch in verband met de manier waarop bijen communiceren voor voedsel kunnen hier aan bod komen.

B51	<b>Met voorbeelden</b> het verschil tussen aangeleerd en aangeboren gedrag <b>illustreren en duiden</b> .	B5 W5
-----	---	----------

### Wenken

Prikkels kunnen een bepaald gedrag veroorzaken. Gedrag is dus het geheel van handelingen en de manier waarop het individu de handelingen uitvoert als reactie op een prikkel.

De prikkels kunnen inwendig of uitwendig zijn: sleutelprikkel, motiverende factoren (stress), licht, temperatuur, hormonaal.

Ook functies van bepaald gedrag zoals communicatie, zelfhandhaving of overleven (foerageren, eten, vluchten, lichaamsverzorging), voortplanting kunnen hier aan bod komen.

Meestal is het uiteindelijke gedrag een combinatie van aangeboren (erfelijk) en aangeleerd gedrag. Alhoewel de grens vaak niet scherp te stellen is, is meestal het aanleren van een bepaald gedrag erfelijk bepaald. De mate waarop bepaalde gedragingen geleerd worden, is afhankelijk van het milieu. Een voorbeeld hiervan is de zang van de vink waarbij het vermogen tot zingen en de basismelodie aangeboren zijn. De uiteindelijke zang wordt geleerd in het nest (leerproces), zodat er 'plaatselijke dialecten' ontstaan.

Het verschil tussen aangeboren en aangeleerd gedrag wordt verduidelijkt door te wijzen op het stereotiep of



het individueel karakteristiek zijn van het gedrag.

### Suggesties voor practica

- Met beeldmateriaal sleutelprikkels bij verschillende dieren analyseren en bestuderen.
- Met beeldmateriaal supranormale prikkels bij dieren analyseren en bestuderen:
  - koekoeksjong krijgt voorkeur boven jong van eigen soort;
  - belang van staartlengte bij partnerkeuze bij bepaalde vogelsoorten;
  - bij de mens: gebruik van dergelijke prikkels in de reclame (rood geverfde lippen, extra lange benen en hoge hakken bij modetekeningen, kleurstoffen om vlees roder te laten lijken, schoudervullingen, siliconenborsten ...).
- Opstellen van een ethogram waarin waargenomen gedragingen zo nauwkeurig mogelijk genoteerd worden. Bij het opstellen moet men zeker rekening houden met de haalbaarheid (keuze van het dier, de meetbaarheid van de gedragingen, het maken van het protocol) en de herhaalbaarheid van het experiment. Voorbeelden:
  - gedrag van mensen aan de bushalte;
  - gedrag van mensen aan de zijlijn van een voetbalveld;
  - stereotiep gedrag bij dieren in gevangenschap (frequentie- + sequentieanalyse).Voor dit onderwerp kan men zeker met de leraars, die gedragswetenschappen in Humane wetenschappen geven, goed en veel bruikbaar materiaal uitwisselen.

B52

**Uit informatie** van historisch - ethologische onderzoeken **afleiden** welke leerprocessen aan de basis liggen van aangeleerd gedrag.

B5  
W5  
SET26  
SET27

### Wenken

Leerprocessen liggen aan de basis van aangeleerd gedrag. Organismen kunnen leren door: gewenning, inprenting, conditionering (klassiek en operant), imitatie, inzicht, trial-and-error/proefondervindelijk leren en herhaling.

De klassieke conditioneringsproeven van Pavlov, de operante conditioneringsproeven van Skinner en het inprentingsgedrag zoals beschreven door Lorenz kunnen hier aan bod komen.

Historisch gezien kende de ethologie een moeilijke start in het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw. Er kan hier duidelijk gemaakt worden dat de statistische verwerking van waarnemingen de ontwikkeling van een wetenschappelijke onderzoeksmethode mogelijk heeft gemaakt.

### Suggestie voor practicum

- Opzoekopdracht: aan de hand van literatuurgegevens een vergelijking maken tussen de verschillende leerprocessen.

### 5.2.2.3 Interacties tussen organismen van een verschillende soort

(circa 8 lestijden)

B53

**Uit waarnemingen of experimenten** de interacties tussen organismen van een verschillende soort **afleiden en vergelijken**.

B1, B8  
W1, W2

### Wenken

Hierbij kan men gebruik maken van de informatie verkregen uit waarnemingen op het terrein, experimenten, literatuur, beeldmateriaal.

We onderscheiden neutrale, positieve en negatieve interacties of wisselwerkingen. Begrippen als predatie, parasitisme, mutualisme, commensalisme, symbiose, amensalisme kunnen hier behandeld worden.

### Suggesties voor practica

- Invloed van appel of tomaat op kiemende zaden.
- Invloed van bietenzaden op de ontkieming van klaverzaden.
- Microscopisch onderzoek van korstmossen.
- Opstellen van een voedselketen en een voedselweb met gevonden organismen op het terrein.
- Onderzoek van lichtconcurrentie.

B54	<b>Aantonen</b> dat bacteriën en virussen de menselijke gezondheid <b>beïnvloeden</b> .	B8, B13 W5
V54	<b>Aantonen</b> dat schimmels, gisten en andere parasitaire organismen de menselijke gezondheid beïnvloeden en <b>aantonen</b> hoe de mens zichzelf en anderen kan beschermen tegen de schadelijke gevolgen ervan.	B13

### Wenken

Volgende aspecten kunnen hierbij aan bod komen:

- de rol van bacteriën, virussen, schimmels, gisten en andere parasitaire organismen bij het ontstaan van ziekten (soa's) en de manier waarop de mens zich kan beschermen tegen de schadelijke gevolgen van al deze micro-organismen;
- de rol van nuttige bacteriën;
- het gebruik van antibiotica en het verband met het ontstaan van resistentie bij bacteriën;
- het gebruik van probiotica;
- het gebruik van antimycotica;
- de groei van schimmels;
- het belang van hygiëne.

Een kritische aanpak van dat onderwerp is absoluut noodzakelijk. Dagelijks bedelft de reclamewereld ons met zogenaamde wetenschappelijke informatie over probiotica.

De verschillen tussen virussen en bacteriën die in B74 behandeld moeten worden, kunnen hier al aan bod komen (bouw, levend of levenloos, grootte, antibiotica gevoeligheid, wijze van voortplanting en vermenigvuldiging ...).

### Suggesties voor uitbreiding

- Invloed van penseelschimmel op bacteriën.
- De invloed van antibiotica op de groei van bacteriën.

B55	<b>Een aantal voedselketens</b> tot een voedselweb <b>verwerken</b> .	B8 W1 SET21
B56	<b>De rol</b> van producenten, consumenten en reducenten <b>uitleggen</b> en <b>in een schema weergeven</b> .	B2, B10, B11 W1 SET2, SET21
B57	<b>De betekenis</b> van micro-organismen in de natuur <b>toelichten</b> .	B10 W5
B58	Een <b>materiekringloop</b> in een ecosysteem <b>beschrijven</b> en <b>in een schema weergeven</b> .	B2, B11 W5 SET2, SET21
B59	De <b>energiedoorstroming</b> in een ecosysteem <b>beschrijven</b> en <b>in een schema weergeven</b> .	B2, B11 SET2, SET10, SET21

## Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- Experimenteel aantonen dat energie kan omgezet worden van de ene vorm in een andere vorm. (B22)
- Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden. (B29)
- Aan de hand van een concreet voorbeeld van een biotoop een eenvoudige voedselkringloop opstellen met producent, consument(en) en opruimer(s). (B47)
- Uit waarnemingen afleiden dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht met stoffen uit de bodem en de lucht. (B50)

## Wenken

In de tweede graad worden verschillende voedselketens met elkaar in verband gebracht en wordt er kennis gemaakt met een voedselweb.

In het leerplan van de eerste graad wordt de term opruimers gebruikt. Met deze term worden naast de detritivoren ook de reducenten aangeduid. Het begrip reducent wordt nu in de tweede graad aangebracht.

In de tweede graad wordt fotosynthese behandeld als een proces waarbij lichtenenergie wordt omgezet in chemische energie.

Vroegere waarnemingen kunnen gebruikt worden om voedselketens op te bouwen. In een voedselketen wordt elk organisme opgegeten door een ander organisme. Vermits vele dieren op verschillende diersoorten azen en zelf door verschillende dieren worden opgegeten, ontstaat er een voedselweb van innig verweven voedselketens.

De functie van de producenten, consumenten en reducenten bij de omzetting van organisch naar anorganisch materiaal (en omgekeerd) in de materiekringloop waarbij er voortdurend energiedoorstroming optreedt, wordt geduid. Hierbij spelen de processen van fotosynthese en ademhaling een belangrijke rol. Ecosystemen nemen zonne-energie op en verbruiken energie. De opname van zonne-energie bepaalt de verdere ontwikkeling van een ecosysteem.

Zowel de koolstofkringloop als de stikstofkringloop kunnen hier besproken worden. De energiedoorstroming kan met een energiepiramide of biomassapiramide worden verduidelijkt. Deze voorstelling laat toe te benadrukken dat er steeds energieverlies optreedt.

## Suggestie voor practicum

- Vanuit concrete informatie de energiedoorstroming in een ecosysteem berekenen en toetsen aan de 10% regel. Bij de bepaling van de energieomzettingen tussen de verschillende trofische niveaus wordt meestal de 10% regel toegepast. Dit kan in samenwerking met de leraar wiskunde gebeuren.

## Suggesties voor uitbreiding

- De zwavel en fosforkringloop bestuderen.
- Verband tussen vegetarisme en de ecologische voetafdruk duiden.
- Bepalen van de ecologische voetafdruk. Dit kan gebeuren in samenspraak met de leerkracht aardrijkskunde.

B60	<b>Aan de hand van een voorbeeld</b> successie en climax van een ecosysteem <b>beschrijven</b> en in <b>een tijds kader plaatsen</b> .	SET20, SET22, SET23
B61	<b>Voorbeelden geven</b> van factoren die de stabiliteit en de successie van een ecosysteem tot een climaxgemeenschap beïnvloeden.	SET20, SET 22, SET23

## Wenken

De stabiliteit van een ecosysteem dient geïnterpreteerd te worden als het bereiken van een climax. Elke wijziging van een of meerdere abiotische en/of biotische factoren brengt in een levensgemeenschap veranderingen

teweeg. De geleidelijke verandering leidt tot een toestand van evenwicht, climax genoemd. In België is deze climaxvegetatie op bijna alle plaatsen loofbos (een gemengd eiken - beukenbos).

De aard van het climaxecosysteem wordt bepaald door een aantal factoren: zoals biodiversiteit, klimaat, nutriënten, betreding, hellingsgraad van het terrein, beheerwerken, concurrentie (competitie) binnen en tussen populaties.

De invloed van factoren op de dynamiek wordt duidelijk bij: de vergelijking van een hooiland met een goed bemest weiland, de vergelijking van het effect van betreding in de zones op en naast een wandelpad, een voetbalveld. Het is ook mogelijk om via beheer (bv. maaibeheer) een bepaald successiestadium (bv. grasland) vast te houden. De climaxvegetatie kan zich dan niet ontwikkelen.

In de natuur verloopt een successie vaak traag. Men kan het proces volgen bij een verlandende vijver, bij de overgang van slikke naar schorre.

Wanneer er een ingrijpende verandering plaatsvindt, bijvoorbeeld door het ingrijpen van de mens (landbouwactiviteiten, drooglegging, ontginning) of door milieuveranderingen (bosbrand, tsunami), kan de climaxvegetatie vernietigd worden. Er start een nieuwe (secundaire) successie, die zeer vaak tot een zelfde climaxgemeenschap zal evolueren.

### Suggesties voor practica

- Onderzoek naar de climax in een hooi-infusie.
- Met behulp van de catch-and-recatch methode de populatiedichtheid van waterorganismen bepalen.
- Opzoekopdracht: de invloed onderzoeken van veranderende betreding, invoer van een exoot, wegnemen van een topcarnivoor op successie.

### Suggesties voor uitbreiding

- Onderzoek naar de verandering van de grootte van de populatie: sneeuwhaas en lynx, uil en muis.
- Onderzoek naar de invloed van abiotische factoren op de grootte van een populatieorganismen (waterbloei van wieren).
- Onderzoek naar de manier waarop natuurbeheer successie kan afremmen (bezoek aan een natuurgebied waar natuurbeheersing gebeurt of gebeurd is).
- Onderzoek naar het voorkomen van J- en S- curven en het verband met verschillende soorten interacties.

B62	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> het belang van biodiversiteit in ecosystemen <b>aantonen.</b>	B12 W4, W5 SET18
B63	<b>Uit waarnemingen afleiden</b> dat de mens een invloed uitoefent op de biodiversiteit van een ecosysteem.	B12 W4, W5 SET18

### Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- In een concreet voorbeeld aantonen dat de mens natuur en milieu positief en negatief beïnvloedt en dat hierdoor de ecologische evenwichten kunnen gewijzigd worden. (B8)
- Het belang van biodiversiteit weergeven. (B48)
- In concrete voorbeelden de invloed van de mens op de biodiversiteit aantonen. (B49)

### Wenken

Leerlingen hebben diverse aspecten van ecologie bestudeerd en komen tot het inzicht dat duurzame ontwikkeling moet worden nagestreefd. Duurzame ontwikkeling moet leiden tot het vrijwaren en beschermen van diverse milieus zonder aan de essentiële ecologische processen, de biologische diversiteit en de voor het leven onmisbare ecosystemen te raken.

Het doel van deze lessen is de leerlingen te stimuleren om zich milieuvriendelijk te gedragen en een ecologisch en ethisch bewuste houding aan te nemen. Ze moeten tot het inzicht komen dat er samenwerking moet

bestaan tussen natuurbescherming en andere menselijke belangen.

Factoren die de biodiversiteit bedreigen zoals de invoer van exoten, de versnippering van landschappen, vervuiling (chemische, radioactieve ...), broeikas-effect, monocultuur, overmatig watergebruik kunnen besproken worden.

Daarnaast kunnen factoren die het behoud van de biodiversiteit kunnen vrijwaren aan bod komen: vogelrichtlijngebieden, kleine landschapselementen, ecoduct en ecotunnels, het ex-situ kweken van soorten die (vrijwel) uitgestorven zijn in het wild (belang van kweekprogramma's in dieren- en plantentuinen). Voorbeelden hiervan zijn: Przewalskipaard, Arabische oryx, verschillende soorten palmvarens (*Encephalartos*, *Brighamia insignis* (klokjesplant), dopheide (*Erica verticillata*).

De invloed van de mens (industrie, toerisme, landbouw) op het milieu kan aan de hand van voorbeelden worden toegelicht. Deze vaststellingen laten toe de regulerende invloed (positief of negatief) van de mens te onderzoeken. Het belang van de samenwerking tussen milieu- en landbouworganisaties bij het beheer van natuurgebieden en bij het herstellen en in stand houden van de natuurlijke biotopen (ecosystemen) kan behandeld worden.

### Toelichting voor de leraar: "Ecosysteemdienst"

*Biodiversiteit of biologische diversiteit* is een begrip voor de graad van verscheidenheid aan levensvormen (soorten, genen) binnen een gegeven ecosysteem of een gehele planeet en van verscheidenheid aan ecosystemen. Biodiversiteit is belangrijk voor een waaier van ecosysteemprocessen en -diensten. Hoe groter de diversiteit binnen een systeem, hoe veerkrachtiger het is tegen externe invloeden zoals klimaatverandering en hoe groter vaak de ecosysteemdiensten.

Een *ecosysteemdienst* is een dienst die door een ecosysteem aan mensen wordt geleverd. De ecosysteemdiensten worden in 4 groepen ondergebracht: een product gerelateerde dienst (providing) m.a.w. het verstrekken van een product door een ecosysteem (bijvoorbeeld drinkwater), een regulerende dienst (bijvoorbeeld bestuiving van gewassen), een culturele dienst (bijvoorbeeld gelegenheid geven tot recreatie) of een dienst die de voorgaande diensten ondersteunt (supporting), (bijvoorbeeld de kringloop van nutriënten in een ecosysteem). Het begrip 'Ecosysteemdienst' is verwant aan het begrip natuurlijke hulpbron.

### Suggesties voor practica

- Opzoekopdrachten:
  - De samenwerking tussen natuurbescherming en andere menselijke belangen onderzoeken.
  - Het belang van 'duurzame ontwikkeling' onderzoeken en aantonen.

### Suggestie voor uitbreiding

- Documentatie in verband met duurzame ontwikkeling via elektronische dragers of internet raadplegen en verwerken.

### Link met aardrijkskunde

"Spanningen en ecologische problemen binnen regio's" komt aan bod in de tweede graad in aardrijkskunde. Hierin worden volgende onderwerpen verplicht: "Ecologische gevolgen van de ontginning van het Amazone-woud" en "De vernietiging van het biotoop door de olielekken in de Trans-Siberische pijplijn".

## 5.2.3 Orde brengen in biodiversiteit

(circa 16 lestijden)

B64	<b>Vanuit het waarnemen</b> van biodiversiteit de <b>noodzaak verantwoorden</b> om te werken met een algemeen geldend <b>classificatiesysteem</b> op basis van wetenschappelijke criteria.	B7 W1, W4, W5 SET27, SET30
-----	--	----------------------------------

## Wenken

Vanuit de resultaten en de waarnemingen van de excursie wordt getracht om bij leerlingen verwondering op te wekken voor de levende natuur. Het is de bedoeling dat leerlingen materiaal verzamelen en gericht waarnemen: door te kijken worden ze zich bewust van de grote biodiversiteit en de soortenrijkdom; door te determineren en te ordenen (leren ordenen) bouwen ze inzicht op in de biodiversiteit.

Ordenen van organismen heeft een dubbel doel. Enerzijds krijgt men een idee en een overzicht van de soortenrijkdom anderzijds leidt een ordening (classificatie) tot een éénduidige naamgeving die door wetenschappers overal ter wereld toelaat onderzoeksresultaten en waarnemingen te vergelijken en te reproduceren.

De organismen, verkregen via de terreinstudie, kunnen aangevuld worden met levend, opgezet of gefixeerd materiaal. Ook beeldmateriaal is bruikbaar. De anatomische en morfologische gelijkenissen en verschillen kunnen zowel op macroscopisch/microscopisch als inwendig/uitwendig niveau waargenomen worden. Het gebruik van een determinatietabel en flora komt hier zeker aan bod.

Bij de determinaties komen de leerlingen vooral in contact met de lagere taxa (soort, geslacht en familie). De tijd zal ontbreken om alle dier- en plantengroepen in detail te bespreken. Daarom is het belangrijk dat er op school een degelijke verzameling is van materiaal om de kenmerken van de grote groepen te (laten) observeren. Essentieel is de observatie door de leerlingen, al of niet in kleine groepen. Een gevarieerd aanbod aan waarnemingen laat toe dat leerlingen een beeld krijgen van de manier waarop de "tree of life" is opgebouwd. Het kan nuttig zijn om de leerlingen de organismen die ze hebben waargenomen in een logisch verband te laten plaatsen. De kans is groot dat ze tot sterk verscheiden indelingen komen. Dit geeft de leraar de kans om de noodzaak van een algemeen geldend classificatiesysteem te duiden.

Hier kan ook het begrip 'cladogram' besproken worden en eventueel gebruikt worden in oefeningen.

### Toelichting voor de leraar "Algemeen geldend classificatiesysteem"

Met "*algemeen geldend classificatiesysteem*" wordt bedoeld dat het gebruikte systeem in overeenstemming is met de op dit ogenblik heersende wetenschappelijke inzichten. Wetenschappelijke kennis is in beweging en de wetenschappelijke inzichten evolueren mee. Elk ordeningssysteem staat en valt met de criteria die gebruikt worden. Vanuit hun leefwereld zijn leerlingen vertrouwd met ordeningscriteria die gebaseerd zijn op gedrag of menselijke percepties: een vis zwemt, een vogel vliegt, een vlinder fladdert, een plant klimt of bedekt de bodem. Er zijn nestvlinders en nestblijvers. De vraag is: "Welke kenmerken/eigenschappen komen in aanmerking om organismen (natuur)wetenschappelijk te ordenen of te classificeren?"

Het gebruik van natuurwetenschappelijke kenmerken is het gevolg van een "trial and error" proces om tot een hiërarchische en logisch opgebouwde classificatie te komen. De natuurwetenschappelijke kenmerken onderscheiden zich op dat gebied van de andere voor dit doel minder bruikbare kenmerken (vb kleur).

De eerste mensen klasseerden al planten voor gebruiksdoeleinden, bijvoorbeeld in planten met eetbare zaden, planten met giftige plantendelen.

In de klassieke classificatie (midden 18<sup>de</sup> eeuw) bepaalde de gelijkenis van een aantal anatomische en morfologische kenmerken of soorten als verwant werden beschouwd. Het gebruik van ontogenetische/embryologische kenmerken, fysiologische/biochemische en genetische kenmerken heeft geleid tot een classificatie die de evolutiegedachte ondersteunt. Nauw verwante organismen hebben een gemeenschappelijke voorouder met nauw verwante kenmerken. Op basis van deze afstamming bouwt men dan vertakte stambo(o)men op met eindtakken waarop de huidige taxa voorkomen. Algemeen genomen verwijst de hiërarchische en logische opbouw eigenlijk naar een toenemende complexiteit in de loop van de ontstaan- of evolutie geschiedenis.

Recentere classificatie gebeurt op basis van biochemische analyses waarbij DNA (genoom), RNA en eiwitten worden vergeleken. Ons inzicht in verwantschap is daardoor verruimd. Dit verklaart o.a. de dynamiek in classificatie.

### Toelichting voor de leraar "Systematiek, classificeren, taxonomie en nomenclatuur"

*Systematiek* is de wetenschap die de verscheidenheid van alle levende wezens inventariseert, beschrijft, benoemt en klasseert.

*Classificeren* betekent ordenen waarbij men tot een classificatie (ordering) komt. Soorten worden geor-



dend in groepen (taxa) volgens logische verbanden die rekening houden met de fylogenie. Men spreekt van *taxonomie*. Elke soort krijgt op die manier een unieke plaats toegewezen in een hiërarchische indeling. Aan deze taxa wordt een *nomenclatuur* of naamgeving verbonden.

### Toelichting voor de leraar “Evolutie in de taxa”

In de eerste wetenschappelijke classificaties werden de levende organismen opgedeeld in 2 rijken, de planten met de zwammen en de dieren. Het belangrijkste criterium waarop deze indeling was gebaseerd, is de mate van beweeglijkheid van de organismen: dieren bewegen zich actief voort, planten en zwammen niet.

De uitvinding van de lichtmicroscop maakte meer verfijnde observaties mogelijk en bracht het bestaan van micro-organismen aan het licht. Omdat deze niet altijd duidelijk plant of dier zijn, werden deze micro-organismen ondergebracht in een apart rijk: de protista (3<sup>de</sup> rijk). Zo ontstonden er drie rijken: de Animalia, de Plantae en de Protista.

De ontwikkeling van de elektronenmicroscop toonde aan dat er 2 fundamenteel verschillende celtypes bestaan: prokaryote cellen en de eukaryote cellen. Organismen kunnen op basis van dit kenmerk ingedeeld worden in 2 groepen, domeinen genoemd. Eukaryote organismen verschillen dan weer onderling voor wat betreft de celstructuur en de voedingswijze. Op basis hiervan werden binnen de groep van de Eukaryoten vier rijken gedefinieerd: planten, dieren, zwammen en protisten. Dit artificiële rijk van de Protista bestaat o.a. uit eencellige eukaryoten, die hoofdzakelijk in water leven. De Prokaryota vormden vervolgens het vijfde rijk van de Monera.

Recent geven biochemische onderzoeken (vb DNA en RNA analyses) aan dat organismen evolueerden volgens drie grote evolutielijnen (domeinen): Eukarya, Archaea en Bacteria. De Eukarya zijn in acht super-groepen ingedeeld. De Protista vormen in deze indeling op basis van een natuurlijke afstammingsverwantschap geen groep omdat specifieke groepen van protisten het ontstaan hebben gegeven aan schimmels, planten en dieren. Protisten blijken belangrijk te zijn om de diversiteit binnen het domein van de Eukarya te begrijpen.

De Archaea en Bacteria zijn prokaryoten maar ze zijn te divers om binnen één domein te groeperen.

Linnaeus 1735 2 rijken	Haeckel 1866 3 rijken	Chatton 1937 2 domeinen	Whittaker 1969 5 rijken	Woese e.a. 1990 3 domeinen	Cavalier-Smith 2004 6 rijken
<b>Animalia</b> dieren zijn actief bewegende organismen	<b>Animalia</b> dieren zijn actief bewegende organismen	<b>Eukaryota</b> Eukaryoten zijn organismen met een eukaryote celstructuur en oa een echte celkern	<b>Animalia</b> dieren zijn heterotrofe eukaryoten met cellen zonder celwand	<b>Eukarya</b>	<b>Animalia</b> dieren zijn heterotrofe eukaryoten met cellen zonder celwand
<b>Vegetabilia</b> Planten inclusief schimmels zijn onbeweeglijke organismen	<b>Plantae</b> Planten inclusief schimmels zijn onbeweeglijke organismen		<b>Plantae</b> Planten zijn foto-autotrofe organismen met cellen met een celwand		<b>Plantae</b> Planten zijn foto-autotrofe organismen met cellen met een celwand
			<b>Fungi</b> zwammen zijn heterotrofe eukaryoten met cellen met een celwand		<b>Fungi</b> zwammen zijn heterotrofe eukaryoten met cellen met een celwand
	<b>Protista</b> Protista zijn organismen die geen plant of dier zijn		<b>Protista</b> Protisten zijn eukaryoten die geen plant, dier of zwam zijn.		<b>Protozoa</b>
<b>geen andere organismen gekend</b>		<b>Prokaryota</b> Prokaryoten zijn organismen met een prokaryote celstructuur	<b>Monera</b> zijn prokaryoten	<b>Archaea</b>	<b>Bacteria</b>
				<b>Bacteria</b>	

### Suggesties voor practica

- Microscopisch onderzoek van een kaamlaag, hooi-infuus, tandschraapsel ...

In een hooi-infuus met kaamlaag, in tandschraapsel, plankton uit de gracht, vervuild aquariumwater ... kunnen pantoffeldiertjes, oogwiertjes, bacteriën ... microscopisch worden waargenomen.

Deze waarnemingen, aangevuld met passend beeldmateriaal, laten toe relevante kenmerken van groepen van organismen te geven: aan- of afwezigheid van een celkern, aan- of afwezigheid van

bladgroen, één- of meercellig ... De aanwezige vormenrijkdom toont een grote verscheidenheid en geeft aan dat classificeren (in eenduidige groepen) niet zo eenvoudig is.

B65	<b>Aan de hand van een vergelijkend onderzoek</b> enkele plantengroepen van elkaar <b>onderscheiden en herkennen</b> als levermossen, bladmossen, varenplanten, naaldbomen (coniferen) of bloemplanten.	B7 W1
B66	<b>Uit waarnemingen bij bloemplanten</b> een aantal morfologische kenmerken <b>herkennen</b> en de bestudeerde bloemplanten in lagere taxonomische <b>niveaus</b> (soort, geslacht, familie) <b>onderbrengen</b> .	B1, B7 W1

### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad een beperkt aantal waarnemingen gedaan en kennis gemaakt met een aantal morfologische kenmerken van zowel planten als dieren. Volgende doelstellingen in verband met **bloemplanten** kwamen hierbij aan bod:

- Door observatie van verzamelde bloemplanten volgende hoofddelen herkennen en benoemen: wortel – stengel – blad – bloem. (B1)
- Determineerkaarten hanteren om de verscheidenheid bij bloemplanten te ontdekken. (B2)

### Wenken

Dit vergelijkend onderzoek kan op basis van anatomisch en/of morfologische kenmerken gebeuren. Het al of niet aanwezig zijn van een stengel met bladeren, transportweefsel, zaden en bloemen zijn criteria die kunnen worden aangebracht of zelf door leerlingen kunnen worden afgeleid. Eén van de kenmerken van planten, nl. de aanwezigheid van een embryo kan bij bloemplanten gemakkelijk worden vastgesteld door onderzoek van een boon of pinda. Dit is echter moeilijker bij de andere planten. De aanwezigheid van materiaal uit de verschillende plantengroepen en aanvullende informatie uit andere bronnen zorgen er voor dat de leerlingen een onbekende plant in een groep kunnen plaatsen.

Tijdens de biotoopstudie kan er kennis gemaakt zijn met de wieren. Deze worden in de doelstellingen niet vermeld omdat de classificatie van de wieren niet zo eenvoudig is. In vroegere classificaties worden de wieren bij de planten gerekend. Groenwieren, roodwieren en landplanten hebben een gemeenschappelijke voorouder, die een zelfde type bladgroenkorrels heeft. De aanwezigheid van een embryo onderscheidt de landplanten echter van bv. de groenwieren. De bruinwieren en kiezelwieren behoren dan weer bij een totaal andere supergroep dan de rood- en groenwieren.

Uitgaande van deze waarnemingen kan dan een eenvoudige classificatie en/of cladogram worden opgesteld, waarop de kenmerken van de gemeenschappelijke voorouders worden aangeduid. Het gebruik van een cladogram heeft een meerwaarde tegenover een 'gewone' determineerkaart omdat de evolutionaire verwantschap weergegeven wordt.

Het bestuderen van bloemplanten kan tijdens het terreinwerk gebeuren als er nog voldoende bloemplanten te vinden zijn. Het plantenmateriaal moet doelbewust gekozen worden zodat van enkele 'gemakkelijke' families enkele vertegenwoordigers onderzocht kunnen worden. Het is zeker niet de bedoeling om van een familie de volledige reeks familiekenmerken op te sporen. Het is wel de bedoeling om de classificatie in families te verantwoorden.

Onder begeleiding kan men starten met de analyse van eenvoudige kenmerken zoals bladstand, stengeldoorsnede, symmetrie en grondgetal van de bloem. Steunend op overeenkomsten en verschillen worden de bestudeerde bloemplanten in groepen (families) ondergebracht.

Bij het verder ontleden van de bloem kan eventueel de overgang naar bloemformule en bloemdiagram gemaakt worden. Het is zeker niet de bedoeling de bloemformules van welbepaalde families uit het hoofd te leren of een volledige reeks familiekenmerken op te sommen. Het uitwerken van dit onderwerp stelt de leerlingen in staat de classificatie in families te verantwoorden en op die manier hun kennis van plantensoorten uit te breiden en het onderzoekwerk in een flora te vereenvoudigen.

### Suggesties voor practica

- Gelijkenissen en verschillen waarnemen bij families van bloemplanten.



- Onderzoek naar ontstaansgeschiedenis van hedendaagse planten: de planten met de meest eenvoudige bouw zijn in de evolutie eerder ontstaan dan planten met een ingewikkelde bouw.

### Toelichting voor de leraar

De tot nu toe gebruikte indeling van de planten in sporen- en zaadplanten wordt niet meer gebruikt omdat ze niet meer correct blijkt. Zaadplanten vormen immers ook sporen, maar ze komen niet vrij zoals bij de andere planten.

In de groep van de varenplanten vormen de varens en paardenstaarten samen een monofyletische groep en ze worden daarom als 1 groep vermeld. Men hoeft dus niet op zoek te gaan naar kenmerken om deze 2 groepen van elkaar te onderscheiden.

De wolfsklauwen zijn achterwege gelaten bij de formulering van deze doelstelling.

In het verleden was er sprake van naakt- en bedektzadigen. In de praktijk werden enkel de bedektzadigen uitgebreid bestudeerd o.a. omwille van de aanwezigheid van bloemen. Om deze redenen is er nu gekozen voor de term *bloemplanten* (zie ook B1 en B2 in het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad). De term verwijst naar 'planten met bloemen' en beschrijft duidelijker dan 'bedektzadigen' over welke groep van planten het gaat. De term verwijst naar de wetenschappelijke naam van deze afdeling. In de plantkunde worden alle hogere taxonomische niveaus genoemd naar een referentiegenus. In de dierkunde is het niet de gewoonte om hogere taxonomische niveaus te benoemen op basis van een referentiegenus. Volgens de recentste inzichten in de classificatie vormen de bloemplanten een phylum van het plantenrijk. Andere phyla zijn o.a.: de Coniferophyta (kegeldragers zoals den en spar), de Ginkgophyta (Ginkgo), de Cycadophyta (palmvarens).

B67

**Het universeel gebruik** van de wetenschappelijke, binomiale naam om een soort te benoemen, **duiden en illustreren**.

B7

W5

### Wenken

De "binomiale naamgeving" is een eenduidige naamgeving die wetenschappers overal ter wereld toe laat om onderzoeksresultaten en waarnemingen te vergelijken en te reproduceren.

Met behulp van de binomiale naamgeving kan het begrip *geslacht* worden aangebracht. Uit de naamgeving kan men de verwantschap afleiden. De begrippen 'ras' en 'variëteit' kunnen hier aan bod komen.

### Taalsteun

In de gewone omgangstaal wordt het woord *soort* voor allerlei dingen gebruikt: soorten krachten (verschillende typen van krachten), soorten auto's (verschillende merken, verschillend types van één merk). Soort wordt hier dus als synoniem van "variant" gebruikt.

De *biologische betekenis van het begrip "soort"* is veel strikter dan wat men in de omgangstaal met soort bedoelt. Een echte definitie van het begrip 'biologische soort' is moeilijk te geven omdat er veel voorbeelden te vinden zijn die tegen deze definitie ingaan. De best hanteerbare omschrijving van het begrip "biologische soort" verwijst naar mogelijkheid tot geslachtelijke voortplanting met vruchtbare nakomelingen als gevolg. Een paard en een ezel behoren tot een verschillende soort want zijn leveren geen vruchtbare nakomelingen. Alle honden behoren tot een zelfde soort want zelfs een Duitse herdershond en Chihuahua kunnen theoretisch een vruchtbare nakomeling leveren. Zij behoren tot een verschillende ras.

### Link naar de derde graad:

In de derde graad wordt dan verklaard dat organismen van een zelfde soort vruchtbare nakomelingen kunnen leveren omdat de aanwezigheid van een gemeenschappelijk genenpool tijdens de geslachtelijke voortplanting paarvorming tussen homologe chromosomen mogelijk maakt.

B68

**Aan de hand van een vergelijkend onderzoek** enkele stammen van dieren van elkaar **onderscheiden en herkennen** als: chordadieren, geleedpotigen, weekdieren, neteldieren, platwormen, gelede wormen, rondwormen, stekelhuidigen en

B7

W1

SET6

	sponzen.	
B69	<b>Aan de hand van een vergelijkend onderzoek</b> binnen de stam van de chordadieren een lagere taxonomische indeling <b>onderscheiden</b> .	B7 W1 SET6
B70	<b>Aan de hand van een vergelijkend onderzoek</b> binnen één willekeurige stam van niet-chordadieren een lagere taxonomische indeling <b>onderscheiden</b> .	B7 W1 SET6
V70	Dieren <b>ordenen</b> in <b>lagere taxonomische niveaus</b> (familie, geslacht, soort).	B7 SET6

### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad een beperkt aantal waarnemingen gedaan en kennis gemaakt met een aantal morfologische kenmerken van zowel planten als dieren. Volgende doelstellingen in verband met dieren kwamen hierbij aan bod:

- Door observatie van gewervelde dieren volgende hoofddelen herkennen en benoemen: kop - romp met ledematen - staart. (B9)
- Vanuit waarnemingen gewervelde dieren in verschillende klassen indelen op basis van uitwendige kenmerken. (V9)
- Op een micropreparaat de structuur van plantaardige en dierlijke cellen herkennen. (B14)

### Wenken

Deze groepen worden binnen het dierenrijk met de benaming *stam* aangeduid. Een ruime benadering van dit onderwerp laat toe om de soortenrijkdom te illustreren.

Een vergelijkend onderzoek binnen de niet-chordadieren op basis van *waarneembare kenmerken* kan gerealiseerd worden bij het bepalen van de Belgisch Biotische Index (BBI).

Een bezoek aan de collecties in een museum biedt ook mogelijkheden om de chordadieren en niet-chordadieren in groepen te delen.

De stam van de geleedpotigen en de stam van de weekdieren bieden ook heel wat mogelijkheden bij het ordenen in *lagere taxonomische niveaus*.

### Suggesties voor practica

- Vergelijkend onderzoek bij waterdieren.
- Binnen de stam van de chordadieren enkele belangrijke groepen van elkaar onderscheiden: kraakbeenvissen, straalvinnige vissen, longvissen, amfibieën, schildpadden, hagedissen en slangen, krokodilachtigen, vogels en zoogdieren.

### Suggestie voor uitbreiding

- Een bezoek aan een (natuurhistorisch) museum.

B71	<b>Door observatie relevante kenmerken aangeven</b> waardoor zwammen en bacteriën kunnen <b>onderscheiden</b> worden van planten en dieren.	B7 W1 SET6
-----	---	------------------

### Wenken

Een ruime benadering van deze leerplandoelstelling laat toe om de rijkdom aan biodiversiteit te illustreren. Het verschil tussen prokaryote en eukaryote cel komt hier aan bod.

### Suggestie voor practicum

- Gelijkenissen en verschillen waarnemen bij zwammen, bacteriën, planten en dieren.

B72	<b>De bestudeerde groepen situeren</b> in een gegeven recent classificatiesysteem en <b>afleiden</b> dat ze slechts een klein deel uitmaken van de totale soortenrijkdom.	B7
B73	Uitgestorven organismen <b>beschrijven</b> en deze binnen een gegeven classificatie <b>situeren</b> .	B7 SET25
B74	<b>De omstrede plaats</b> van virussen in een gegeven classificatiesysteem <b>illustreren</b> .	B7 SET24

### Wenken

Het is zeker niet de bedoeling dat leerlingen zelf de stamboom "Tree of life" tekenen. Het recente overzicht van alle levende wezens moet zeker niet gekend zijn maar dient enkel om aan te tonen dat de groepen die de leerlingen in de les bestudeerden slechts een klein deel vormen van de bestaande groepen. De relatieve plaats en het belang van de geziene groepen binnen het grote geheel van biodiversiteit kunnen hier wel aan bod komen. Zo kan men bijvoorbeeld duiden dat de schimmels meer verwant zijn met de dieren dan met de planten.

Men kan de kenmerken van een groep of een aantal groepen introduceren (beschrijven) en dan het classificatieprincipe toepassen.

Voor de uitgestorven dieren kan men vertrekken van de leefwereld van de leerlingen. Ze hebben zeker al kennis van dinosaurussen en aanverwanten opgebouwd. Daar kan nu gebruik van gemaakt worden om ze binnen de taxonomie te plaatsen. Bekende fossielen als Archaeopteryx, ammoniet ... kunnen hier aan bod komen. Het begrip levend fossiel kan hier worden behandeld.

Aan de hand van beeldmateriaal kan de structuur en de wijze van vermenigvuldigen van virussen bondig besproken worden.

De volgende vragen kunnen gesteld worden:

- Is een virus al dan niet een levend organisme?
- Hoort een virus thuis in een classificatiesysteem van de levende organismen?

### Suggestie voor uitbreiding

- Gelijkenissen en verschillen waarnemen tussen eencellige eukaryote en prokaryote organismen uit verschillende groepen. Eencellige organisme kunnen zijn: oogdiertje, amoeba, gisten, boomalg, schimmels, bacteriën.

Deze uitbreiding laat toe aan te tonen dat "eencellig zijn" geen criterium is om organismen eenduidig te classificeren. Inzicht in de diversiteit binnen de eencellige organismen is belangrijk om de diversiteit binnen de eukaryoten te begrijpen.

### Link met de derde graad

In de derde graad zal gewezen worden op het feit dat genetisch materiaal verantwoordelijk is voor het ontstaan van kenmerken. Genen (en dan ook kenmerken) worden al dan niet gewijzigd doorgegeven en overdragen van generatie op generatie. Op die manier kan men de fylogenetische verwantschappen duiden.

## 6 Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van practica is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken in voldoende mate te bereiken;
- de veiligheid van eenieder te garanderen.

### 6.1 Infrastructuur

Een biologielokaal voorzien met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn. Mogelijkheid tot projectie (beamer met pc) is noodzakelijk. Een pc met internetaansluiting is hierbij wenselijk.

Om onderzoekend leren en regelmatig practica te kunnen organiseren, is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk.

Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.

Op geregelde tijdstippen is een vlotte toegang tot een open leercentrum en/of multimediaklas met beschikbaarheid van pc's noodzakelijk.

Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

### 6.2 Uitrusting

De suggesties voor practica vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren practica, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde practica, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een lab nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal zaken toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3 en 6.4).

Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de leraar zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum. Om directe feedback te kunnen geven, moet dit echter meer als uitzondering dan als regel beschouwd worden.

### 6.3 Basismateriaal

#### 6.3.1 Algemeen

- Laboratoriummateriaal voor het uitvoeren van demonstratie- en leerlingenproeven: glaswerk zoals maatbekers, maatcilinders, reageerbuisen en reageerbuisrekken, petrischalen.

#### 6.3.2 Specifiek voor observaties

- Microscopen: microscoop per 2 leerlingen
- Stereo- demonstratiemicroscoop met flexcam en monitor
- Loepen
- Micropreparaten (draagglazen, dekglasjes)
- Schaar, pincet, scalpel

- Tweedimensionale modellen: foto's, microdia
- Driedimensionale modellen van oog, oor, hersenen, ruggenmerg, huid, torso van menselijk lichaam met uitneembare organen, bloem, cel (plantaardig en dierlijk), ontwikkeling van zaad tot kiemplant.
- Organismen in de klas: skelet- en plantendelen, verzameling diersporen (bv. afgeknaagde dennenkegels door specht, muis, eekhoorn), verse zaden (erwten, mosterdzaad, koolzaad, herderstasje)
- Enkele bodemstalen (zandbodem, leem, klei)
- Batterijen - snoeren - lampje - lampvoet
- Stenvork of snaar

### **6.3.3 Specifiek voor excursies**

- Determineerkaarten of/ en eenvoudige determineertabellen voor water- en bodemorganismen, tabel voor de bepaling van de biotische index
- Vangmateriaal voor organismen
- Meettoestelletjes voor het bepalen van abiotische factoren, kits voor bepaling abiotische factoren
- Loeppotjes
- Thermometer
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)

Deze materialen kunnen ook uitgeleend worden bij NME-centra.

### **6.3.4 Toestellen**

- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Thermometers (analoog of digitaal)
- Elektronische balans/keukenbalans tot 0,1 g nauwkeurig
- Lens(loep)-schermstelsel of optische bank
- Multimeter
- Koelkast

### **6.3.5 Chemicaliën**

- Elementaire herkenningmiddelen en indicatoren
- Reagentia voor eenvoudige demonstratieproeven
- Kleurstoffen en bewaarstoffen

### **6.3.6 ICT-toepassingen**

Computer met geschikte software (zie ook algemene pedagogisch-didactische wenken – 3.4)

### **6.3.7 Veiligheid en milieu**

- Persoonlijke beschermingsmiddelen indien vereist (o.a. beschermkledij, handschoenen)
- Voorziening voor correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën

## 7 Evaluatie

### 7.1 Inleiding

Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie maakt integraal deel uit van het leerproces en is dus geen doel op zich.

Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.

De leraar kan uit evaluatiegegevens informatie halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

### 7.2 Leerstrategieën

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- ... in voorbeelden ... aanduiden
- ... uit waarnemingen ... vaststellen
- ... op een model, beeldmateriaal ... aanduiden, benoemen en beschrijven
- ... de functie ... verwoorden
- ... aan de hand van een model ... verklaren
- ... aan de hand van voorbeelden ... vergelijken

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van tabellen en allerlei doelgerichte evaluatieopgaven ondersteunen eveneens de vooropgestelde leerstrategieën.

### 7.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leefase het **leerproces** benadrukt, maar dat men finaal alleen het **leerproduct** evalueert. De literatuur noemt die samenhang tussen proces- en productevaluatie **assessment**. De procesmatige doelstellingen staan in dit leerplan vooral bij de algemene doelstellingen (AD1 t.e.m. AD 9). Tevens is het leerproces intrinsiek verbonden aan de concentrische opbouw van de leerplannen biologie.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering, de duiding en de toelichting** van de evaluatie belangrijk. Blijft de rapportering beperkt tot het louter weergeven van de cijfers, dan krijgt de leerling weinig adequate feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden en ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces aan bod komen.

## 8 Eindtermen

### 8.1 Eindtermen voor de basisvorming

Gemeenschappelijke eindtermen gelden voor het geheel van de wetenschappen.

#### 8.1.1 *Wetenschappelijke vaardigheden (W)*

Leerlingen:

- W1 kunnen onder begeleiding de volgende aspecten van de natuurwetenschappelijke methode gebruiken bij het onderzoek van een natuurwetenschappelijk probleem:
- een onderzoeksvraag hanteren;
  - een hypothese of verwachting formuleren;
  - met een aangereikte methode een experiment, een meting of een terreinwaarneming uitvoeren en hierbij specifiek materieel correct hanteren;
  - onderzoekresultaten weergeven in woorden, in een tabel of een grafiek;
  - uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden afleiden om een besluit te formuleren.
- W2 hebben aandacht voor nauwkeurigheid van meetwaarden en het correct gebruik van wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden.
- W3 kunnen productetiketten interpreteren en veilig en verantwoord omgaan met stoffen.
- Opmerking: W3 wordt gerealiseerd in het leerplan chemie.

#### 8.1.2 *Wetenschap en samenleving (W)*

Leerlingen kunnen:

- W4 bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energieverbruik, biodiversiteit en het leefmilieu.
- W5 de natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch en technisch vlak illustreren.

#### 8.1.3 *Vakgebonden eindtermen biologie (B)*

Leerlingen kunnen:

- B1 macroscopische en microscopische observaties en metingen uitvoeren in het kader van experimenteel biologisch onderzoek.
- B2 biologische informatie in schema's en andere ordeningsmiddelen weergeven.
- B3 bij de mens bouw, werking en onderlinge samenhang van het skelet, spierstelsel, hormonaal stelsel, zintuigen en zenuwstelsel beschrijven.
- B4 voorbeelden van zintuiglijke, motorische, neurale of hormonale stoornissen toelichten en illustreren hoe ze eventueel kunnen worden vermeden.
- B5 met voorbeelden verschillen tussen aangeboren en aangeleerd gedrag illustreren.
- B6 op het terrein organismen in hun habitat waarnemen en beschrijven.

- B7 bij waargenomen organismen overeenkomsten en verschillen beschrijven en deze organismen in een eenvoudige classificatie plaatsen.
- B8 voorbeelden geven van interacties tussen organismen en hun omgeving en van interacties tussen organismen van dezelfde soort en van organismen van verschillende soorten.
- B9 aan de hand van voorbeelden het begrip ecosysteem omschrijven en verduidelijken.
- B10 illustreren dat micro-organismen uiteenlopende functies vervullen in de natuur.
- B11 een eenvoudige materiekringloop en energiedoorstroming in een ecosysteem beschrijven.
- B12 aan de hand van voorbeelden het belang van biodiversiteit in ecosystemen aantonen.
- B13 illustreren dat bacteriën en virussen de menselijke gezondheid beïnvloeden.

## 8.2 Specifieke eindtermen wetenschappen tweede graad (SET)

Verdeling van de decretale specifieke eindtermen wetenschappen (SET + nummer) over de vakken

	Alle vakken	Biologie	Chemie	Fysica	Aardrijkskunde
Structuren	1-2-3-4-5-6				
Interacties		10	7-8-9-10	10-11-12-13-14-15	
Systemen		16-17-18-19-20-21			
Tijd	22	23			
Genese		24-25			
Natuurwet.-Maatschappij	26-28-29-30	27	27		
Onderzoek	31-32-33-34-35-36				

De specifieke eindtermen die met dit biologieleerplan worden gerealiseerd zijn hieronder *schuin gedrukt* weergegeven.

### **Structuren**

De leerlingen kunnen

- SET 1 *op verschillende schaalniveaus structuren beschrijven en telkens situeren op een grootteorde schaal van atoom tot heelal.*
- SET 2 *bestudeerde structuren met een visueel model voorstellen.*
- SET 3 *twee- en driedimensionale voorstellingen van bestudeerde structuren interpreteren.*
- SET 4 *verbanden leggen tussen structuren op verschillende schaalniveaus.*
- SET 5 *aantonen dat eigenschappen van structuren kunnen afhangen van het aantal, de aard en de ruimtelijke organisatie van de bouwstenen.*
- SET 6 *uit experimentele of andere gegevens bestudeerde structuren en stoffen volgens samenstelling, bouw of functie classificeren en uit deze classificatie eigenschappen afleiden.*

### **Interacties**

De leerlingen kunnen



- SET 7 voor diverse voorbeelden van natuurwetenschappelijke processen in het dagelijkse leven materie-omzettingen in massa en stofhoeveelheden berekenen.
- SET 8 experimenteel aantonen dat atomen naar aard behouden blijven tijdens opeenvolgende chemische reacties.
- SET 9 interacties tussen stoffen experimenteel onderzoeken en op corpusculair niveau beschrijven.
- SET 10 *energieomzettingen identificeren voor diverse voorbeelden van natuurwetenschappelijke processen in het dagelijkse leven.*
- SET 11 de formule voor potentiële energie in het zwaarteveld afleiden en het behoud van mechanische energie in dit veld met voorbeelden kwantitatief en experimenteel aantonen.
- SET 12 de wet van behoud van energie op enkele schaalniveaus kwalitatief illustreren in processen waarbij één energievorm in twee andere wordt getransformeerd.
- SET 13 energieomzettingen bij beweging van materie kwalitatief beschrijven.
- SET 14 transport van materie als gevolg van een gradiënt kwalitatief beschrijven.
- SET 15 energietransport op enkele schaalniveaus illustreren.

## **Systemen**

De leerlingen kunnen

- SET 16 *met voorbeelden toelichten hoe levende wezens uit een onderzocht biotoop aan de omgeving zijn aangepast en de plaats die ze daar innemen aangeven.*
- SET 17 *door terreinstudie in een biotoop/geotoop biotische, abiotische en antropogene factoren inventariseren en de gegevens verwerken en interpreteren.*
- SET 18 *relaties aantonen tussen biotische, abiotische en antropogene factoren binnen een ecosysteem.*
- SET 19 *met voorbeelden terugkoppeling en homeostase aantonen in een organisme.*
- SET 20 *voorbeelden geven van factoren die de stabiliteit en de successie van een ecosysteem beïnvloeden.*
- SET 21 *enkele materiële kringlopen en energiedoorstroming in ecosystemen schematisch voorstellen.*

## **Tijd**

De leerlingen kunnen

- SET 22 *op verschillende schaalniveaus structuren, processen en systemen in een relatief tijdsperspectief plaatsen.*
- SET 23 *met voorbeelden aantonen dat organismen aangepast zijn aan cyclisch weerkerende verschijnselen.*

## **Genese en ontwikkeling**

De leerlingen kunnen

- SET 24 *de problematiek van de afbakening tussen levenloze materie en levende organismen illustreren.*
- SET 25 *informatie opzoeken over uitgestorven levensvormen en deze levensvormen situeren in een classificatiesysteem.*

## **Natuurwetenschap en maatschappij**

De leerlingen kunnen

- SET 26 *informatie over wetenschappers, over belangrijke experimenten of natuurwetenschappelijke terminologie opzoeken en historisch situeren.*
- SET 27 *een wetenschappelijk model in een historische context plaatsen.*
- SET 28 *informatie uit media en literatuur toetsen aan wetenschappelijke kennis.*
- SET 29 *wetenschappelijke principes in technische realisaties herkennen.*
- SET 30 *illustreren hoe toepassingen van wetenschappelijke kennis leiden tot veranderingen in de samenleving.*

## **Onderzoekscompetentie**

De leerlingen kunnen

- SET 31 *onder begeleiding voor een gegeven onderzoeksprobleem onderzoeksvragen formuleren.*
- SET 32 *op basis van geselecteerde bronnen voor een gegeven onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.*
- SET 33 *onder begeleiding een gegeven probleem met een aangereikte methode onderzoeken.*
- SET 34 *onder begeleiding onderzoeksresultaten verwerken, interpreteren en conclusies formuleren.*
- SET 35 *volgens een gegeven stramien over de resultaten van de eigen onderzoeksactiviteit rapporteren.*
- SET 36 *onder begeleiding reflecteren over de bekomen onderzoeksresultaten en de aangewende methode.*

---

☞ Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

**Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren** en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail ([leerplannen.vvks0@vsko.be](mailto:leerplannen.vvks0@vsko.be)).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer. Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie. In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

---