



**TOEGEPASTE BIOLOGIE**  
derde graad tso  
Biotechnische wetenschappen

BRUSSEL

D/2016/13.758/028

September 2016

(vervangt gedeeltelijk leerplan  
D/1999/0279/047)



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding en situering van het leerplan .....</b>	<b>3</b>
1.1	Gedifferentieerde beginsituatie .....	3
1.2	Plaats in de lessentabel .....	3
<b>2</b>	<b>Leerlijnen .....</b>	<b>4</b>
2.1	De vormende lijn voor natuurwetenschappen .....	5
2.2	Leerlijnen natuurwetenschappen.....	6
2.3	Leerlijn en mogelijk timing biologie voor Biotechnische wetenschappen ..	14
<b>3</b>	<b>Algemene pedagogisch-didactische wenken.....</b>	<b>15</b>
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen .....	15
3.2	Leerplan versus handboek .....	16
3.3	Taalgericht vakonderwijs .....	17
3.4	ICT.....	18
3.5	Dissecties als werkvorm.....	19
3.6	De geïntegreerde proef .....	20
<b>4</b>	<b>Algemene doelstellingen .....</b>	<b>21</b>
4.1	Onderzoekend leren/leren onderzoeken .....	21
<b>5</b>	<b>Leerplandoelstellingen.....</b>	<b>28</b>
5.1	Eerste leerjaar van de derde graad .....	28
5.2	Tweede leerjaar van de derde graad .....	42
<b>6</b>	<b>Minimale materiële vereisten .....</b>	<b>51</b>
6.1	Infrastructuur.....	51
6.2	Uitrusting.....	51
6.3	Basismateriaal .....	52
6.4	Veiligheid en milieu.....	53
<b>7</b>	<b>Evaluatie.....</b>	<b>54</b>
7.1	Inleiding .....	54
7.2	Leerstrategieën.....	54
7.3	Proces- en productevaluatie.....	55

# 1 Inleiding en situering van het leerplan

## 1.1 Gedifferentieerde beginsituatie

Als de tweede graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er van uitgaan dat de leerling die start in de derde graad van de studierichting Biotechnische-wetenschappen interesse heeft voor natuurwetenschappen, meer bepaald met biologische inslag. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk én wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

Deze leerlingen hebben met succes één van de volgende studierichtingen gevolgd in de tweede graad:

- *Biotechnische Wetenschappen of Techniek-wetenschappen*
- Aso-studierichtingen met **1-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Economie, Grieks, Grieks-Latijn, Humane wetenschappen, Latijn*.
- Aso-Studierichtingen met **2-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Wetenschappen en Sportwetenschappen*.

Om de gedifferentieerde beginsituatie van de leerlingen goed te kennen is het dan ook belangrijk om de leerplannen van de tweede graad grondig door te nemen.

## 1.2 Plaats in de lessentabel

Om een goed overzicht te krijgen van de plaats van dit leerplan binnen dat geheel van de vorming, verwijzen we naar de lessentabel op de website van het [Katholiek Onderwijs Vlaanderen](#). Deze lessentabel is richtinggevend en kan verschillen van de lessentabel die op uw school gehanteerd wordt.

## 2 Leerlijnen

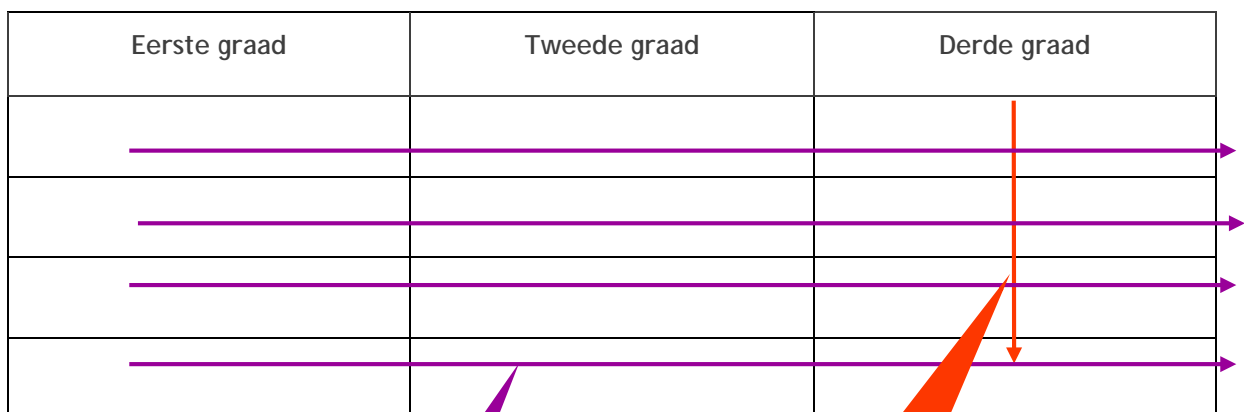
Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.

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 derde graad Biotechnische wetenschappen beschrijft de samenhang van de thema's biologie (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!

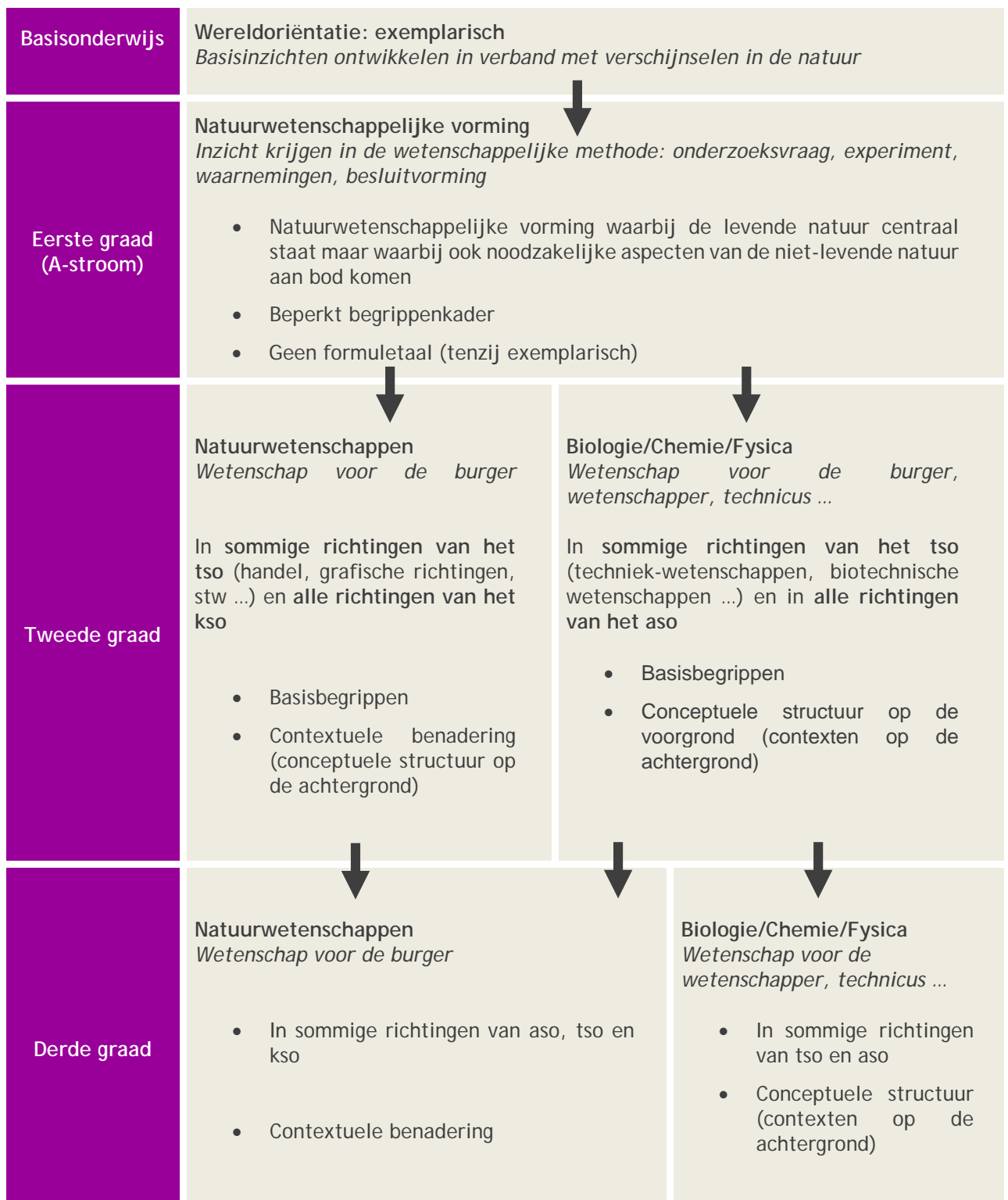
Eerste graad	Tweede graad	Derde graad



Leerlijnen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

Leerlijn binnen de derde graad

## 2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen



## 2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen

De inhoud van **biologie** staan in het vet gedrukt. Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega's van de tweede graad nodig, ook wat betreft de invulling van de practica en de keuze van demoproeven.

Leerlijn	Eerste graad	Tweede graad Biot. Wet.	Derde graad Biot. Wet.
<b>Materie</b>	<p><u>Deeltjesmodel</u></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><u>Deeltjesmodel</u></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><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem</li> <li>• Orbitaalmodel</li> </ul>
	<p><u>Stoffen</u></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><u>Stoffen</u></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>• Stofklassen</li> <li>• Thermische uitzetting</li> </ul>	<p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigma- en pi-binding</li> <li>• Ruimtelijke bouw</li> <li>• Lewisstructuren</li> <li>• Polaire-apolaire verbindingen</li> <li>• Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren)</li> <li>• Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden</li> <li>• Geleiders, isolatoren, wet van Pouillet</li> </ul>

	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kwalitatief</li> </ul>	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief</li> </ul>	
	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel</li> </ul>	<u>Stofomzettingen</u> <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> <li>• Stoichiometrie</li> </ul>	<u>Sofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactiesnelheid kwantitatief</li> <li>• Chemisch evenwicht</li> <li>• Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, neerslagreacties, complexometrische reacties, reactiesoorten in de koolstofchemie</li> <li>• Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties</li> <li>• Radioactief verval</li> </ul>
Snelheid, kracht, druk	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht en snelheidsverandering</li> </ul>	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Als vector</li> <li>• Van licht</li> <li>• Kinetische energie</li> </ul>	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal</li> <li>• Golfsnelheden</li> </ul>
	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</li> </ul>	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht is een vectoriële grootheid</li> <li>• Krachten met zelfde werklijn samenstellen</li> <li>• Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB</li> </ul>	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht als oorzaak van EVRB</li> <li>• Centripetale kracht bij ECB</li> <li>• Onafhankelijkheidsbeginsel</li> <li>• Beginselen van Newton</li> <li>• Harmonische trillingen (veersysteem)</li> </ul>





	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische</li> <li>• Elektrische</li> <li>• Mechanische</li> </ul>	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contactkrachten en veldkrachten</li> <li>• Zwaartekracht, gewicht</li> <li>• Veerkracht</li> </ul>	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht, intra- en intermoleculaire krachten</li> <li>• Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht</li> </ul>
		<u>Druk</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bij vaste stoffen</li> <li>• in vloeistoffen</li> <li>• in gassen (m.i. v. de gaswetten)</li> </ul>	
Energie	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</li> </ul>	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</li> </ul>	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen</li> <li>• Elektromagnetisch inductieverschijnsel</li> <li>• Gravitationele potentiële en kinetische energie</li> <li>• Elastische potentiële energie</li> </ul>



	<p><u>Energieomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosynthese</li> </ul>	<p><u>Energieomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeid, energie, vermogen berekenen</li> <li>• Wet van behoud van energie</li> <li>• Energiedoorstroming in ecosystemen</li> <li>• Exo- en endo-energetische chemische reacties</li> </ul>	<p><u>Energieomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosynthese, aërobe en anaërobie celademhaling</li> </ul>
	<p><u>Transport van energie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleiding</li> <li>• Convectie</li> <li>• Straling</li> </ul>		<p><u>Transport van energie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen</li> </ul>
	<p><u>Licht en straling</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zichtbare en onzichtbare straling</li> </ul>	<p><u>Licht en straling</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen</li> </ul>	<p><u>Licht en straling</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontstaan van licht</li> <li>• Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum</li> </ul>
Leven	<p><u>Biologische eenheid</u></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; organen-stelsels)</li> </ul>	<p><u>Biologische eenheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul>	<p><u>Biologische eenheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul>



<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten</li> <li>• Verscheidenheid</li> <li>• Aanpassingen aan omgeving</li> </ul>	<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determineren en indelen</li> </ul>	<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Als voortplantingscriterium</li> <li>• Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie</li> </ul>
<p><u>In stand houden van leven</u></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><u>In stand houden van leven</u></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><u>In stand houden van leven</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stofuitwisseling</li> <li>• Stofwisseling</li> <li>• Homeostase</li> </ul>
<p><u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u></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><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></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><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezondheid: immunologie</li> <li>• Stofuitwisseling: passief en actief</li> <li>• Biotechnologie</li> </ul>

Wetenschappelijke vaardigheden	<u>Leven doorgeven</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens</li> </ul>		<u>Leven doorgeven</u> <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> <u>Bacteriologie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacteriële cel</li> <li>• Groei en groeicurve</li> <li>• Nuttige en schadelijke soorten</li> </ul>
	<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verscheidenheid</li> <li>• Biodiversiteit vaststellen</li> <li>• Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)</li> </ul>	<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortenrijkdom</li> <li>• Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten</li> </ul>	<u>Evolutie</u> <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>
	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleid</li> </ul>	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleid en gericht</li> </ul>	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gericht</li> <li>• Interpreteren</li> </ul>
	<u>Metingen</u> <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>	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meetnauwkeurigheid</li> <li>• Kracht, druk</li> <li>• SI eenheden</li> </ul>	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid</li> <li>• Titreren</li> </ul>





<p><u>Gegevens</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onder begeleiding:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grafieken interpreteren</li> </ul> </li> <li>• Determineerkaarten hanteren</li> </ul>	<p><u>Gegevens</u></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><u>Gegevens</u></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</li> </ul> </li> </ul>
<p><u>Instructies</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesloten</li> <li>• Begeleid</li> </ul>	<p><u>Instructies</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesloten en open instructies</li> <li>• Begeleid zelfstandig</li> </ul>	<p><u>Instructies</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesloten en open instructies</li> <li>• Zelfstandig</li> </ul>
<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren</li> </ul>	<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscoop en binoculair: gebruik</li> <li>• Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren</li> </ul>	<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscoop en binoculair: zelfstandig gebruik</li> <li>• Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren</li> <li>• Submicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren</li> <li>• Bacteriologische kleuringen</li> </ul> <p><u>Bacteriologisch onderzoek</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseptisch werken</li> <li>• Bacterieculturen overenten</li> <li>• Beïnvloedende factoren onderzoeken</li> </ul>

	<p><u>Onderzoekskompetentie</u></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><u>Onderzoekskompetentie</u></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><u>Onderzoekskompetentie</u></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 mogelijk timing biologie voor Biotechnische wetenschappen

Het leerplan toegepaste biologie is een **graadlerplan** voor twee wekelijkse lestijden in het vijfde jaar en twee wekelijkse lestijden in het zesde jaar. Minstens 32 lessen moeten besteed worden aan practica. Indien de school kiest voor een derde wekelijkse lestijd in het zesde jaar dan wordt sterk aanbevolen de **uitbreidingsdoelstellingen (U)** van dit leerplan te realiseren.

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

Thema's	Concepten	Lestijden
<i>Derde graad (2 uur/week in het vijfde jaar en 2 uur/week in het zesde jaar)</i>		
<i>100 lestijden waarvan 32 lestijden practicum</i>		
1. De cel	1.1 Functionele morfologie van de cel	8 u
	1.2 Processen van stofuitwisseling tussen cellen en hun milieu	6 u
	1.3 Cellen in verband	3 u
2. Stofwisselingsprocessen en hun regulatie	2.1 Belang van biomoleculen	9 u
	2.2 Autotrofie	6 u
	2.3 Heterotrofie	8 u
	2.4 Aerobe en anaerobe ademhaling	6 u
	2.5 Homeostase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homeostatische functie van bloed en lymfe</li> <li>• Afweer tegen lichaamsvreemde stoffen: immuniteit</li> <li>• Homeostatische functie van de nier en de lever (U)</li> </ul>	12u
3. Voortplanting	4.1 Celcyclus	9 u
	4.2 Voortplanting bij de mens	12u
4. Erfelijkheid	5.1 Klassieke genetica	12 u
	5.2 Mutaties	2u
5. Evolutie		7 u

De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de voorkennis en denkprocessen van de leerlingen. De ingebouwde leerlijn beoogt een progressieve en graduele groei van de leerling naar moeilijkere en meer complexe taken en probeert breuken in de horizontale en verticale samenhang te voorkomen.

In eerste instantie dient het leerplan te beantwoorden aan een verticale leerlijn over de leerjaren heen: een logische volgorde wat betreft de leerplaninhouden en in toenemende moeilijkheidsgraad.

## 3 Algemene pedagogisch-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, verdiepende doelstellingen en uitbreidingsdoelstellingen

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 ... De algemene doelstellingen (AD1, AD2 ...) behoren ook tot de basis.

Het hogere beheersingsniveau wordt **verdieping** genoemd. De verdiepende doelstellingen zijn niet verplicht te realiseren en horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling. Zo hoort bij de verdiepende doelstelling V16 ook een basisdoelstelling B16. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

Het leerplan biologie is een graadleerplan voor vijf graaduren. Indien de school kiest voor een zesde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen om een keuze te maken uit de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan.

#### 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. 'Mogelijke practica' en 'mogelijke demo-experimenten' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

#### Link met eerste/tweede graad

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



### Toelichting voor de leraar

Soms staat er bij een leerplandoelstelling een wenk 'Toelichting voor de leraar'. In deze wenken wordt specifieke achtergrondinformatie gegeven voor de leraar. Het is zeker niet de bedoeling dat de leerlingen dit moeten kennen.

### Taalsteun

Zie verder.

### Mogelijke practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

## 3.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Heel belangrijk hierin is de keuze van het werkwoord (herkennen, weergeven, vergelijken, ...). Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- ... op beeldmateriaal aanduiden, benoemen en verschillen weergeven ...
- ... schematisch weergeven ...
- ...onderzoeken (en verklaren)
- een proces in de cel lokaliseren ... en schematisch weergeven
- met voorbeelden illustreren ...
- ... vaardigheden verwerven en consequent toepassen ...
- de invloed van ..... onderzoeken
- ...verloop beschrijven ...
- resultaten van ... verklaren en symbolisch voorstellen
- stambomen analyseren

Bij het uitwerken van lessen, het gebruik van een handboek en het evalueren is het leerplan steeds het uitgangspunt. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen. De leerkracht moet er in het bijzonder over waken dat ook de algemene doelstellingen (AD) gerealiseerd worden.



### 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 betekenisgevend kader of 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.

#### 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 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 operationele werkwoorden is noodzakelijk om de opdracht correct uit te voeren.

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.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. 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.

- Gebruik visuele weergaven. Enkele voorbeelden uit dit leerplan:
  - beeldmateriaal (van 3D-modellen tot vlakke voorstellingen, (projectie van) lichtmicroscopische opnames, elektronenmicroscopische foto's, orgaan- en celmodellen, ...);
  - videofilmpjes en animaties: celfysiologische processen, celdeling, embryonale ontwikkeling, ...
  - tabellen, stambomen, ...;
  - schema's: eenvoudige voorstellingen van biochemische moleculen, reactieschema's van biochemische omzettingen, schema's van hormonale regulaties ...;
  - opgezet materiaal: schedels, hart, nieren.
- Hanteer passende leerstrategieën.

In de leerplandoelstellingen is operationeel verwoord wat de leerling moet kunnen en welke (leer)strategieën moeten gehanteerd worden. Het is belangrijk dat zowel tijdens de lessen, de opdrachten als de evaluatiemomenten deze strategieën getraind worden.

## 3.4 ICT

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Sommige toepassingen kunnen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen biologie.

- Als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerving, mindmapping ...
- Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren ...
- Voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform, apps ...
- Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform ...
- Bij communicatie

### 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.



### 3.6 De geïntegreerde proef

De geïntegreerde proef is in Biotechnische wetenschappen een onderzoeksopdracht in verband met wetenschap en samenleving en/of wetenschap en techniek. Er wordt gebruik gemaakt van wetenschappelijke kennis en technische en communicatieve vaardigheden. Bij de onderzoeksopdracht is het aangewezen de algemene doelstellingen rond leren onderzoeken geïntegreerd aan bod te laten komen.

We verwijzen hierbij ook naar onze:

- visieteksten > De geïntegreerde proef in het voltijds secundair onderwijs.
- het servicedocument bij de lessentabel > 3de graad tso > Biotechnische wetenschappen > Geïntegreerde proef

## 4 Algemene doelstellingen

Het leerplan biologie is een **graadleerplan** voor twee wekelijkse lestijden in het vijfde jaar en twee wekelijkse lestijden in het zesde jaar. Minstens 32 lesuren moeten besteed worden aan practica.

Mogelijke practica staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 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, tijdens het uitvoeren van practica, door een onderwijsleergesprek waar onderzoekende aspecten aan bod komen.

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 rapportering 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).

In de tweede graad werd sterk begeleid aan deze deelaspecten (algemene doelstellingen) gewerkt.

In de derde graad streeft men naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

Nummer algemene doelstelling

Verwoording  
doelstelling

AD1

### ONDERZOEKSVRAAG

Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.

#### Wenken

Het is belangrijk dat hierbij 'onderzoekbare goed afgelijnde 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.

Wenken

AD2

### INFORMEREN

Voor een onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.

#### 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.

Mogelijke bronnen zijn: boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi ... al of niet digitaal beschikbaar. Bij de rapportering worden de gebruikte bronnen weergegeven.

AD3

### UITVOEREN

Met een geschikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.

#### Wenken

Het is niet de bedoeling dat leerlingen voor elk practicum een eigen methode ontwikkelen. Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD4). Dit kan door een:

- aangereikte methode te gebruiken en te evalueren;
- aangereikte methode aan te passen aan het beschikbaar materieel;
- aangereikte methode te vervangen door een eigen alternatief;
- geschikte methode op te zoeken;
- eigen methode voor te stellen.

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 veilig en correct hanteren: spanningsbronnen, elektrische componenten, meetapparatuur (multimeters, ...);
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken ...

Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren ... De leden van een onderzoeksgroepje kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek.

AD4

## REFLECTEREN

Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren.

### 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 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?



### Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- metingen te verwerken door berekeningen;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken;
- alleen of in groep te rapporteren via een poster en/of presentatie.

Rapporteren kan variëren van GESTUURD naar MEER OPEN.

Met 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 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.

Om didactische redenen is het aan te raden dat de rapportering (tabellen, grafieken, besluitvorming ...) zo veel als mogelijk tijdens het uitvoeren van het practicum gebeurt. Rapportering louter als een vorm van huiswerk zien, is af te raden.

Er is een grote verwevenheid tussen het rapporteren en het reflecteren.

## 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, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

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, gendersverschillen.



AD6

## MAATSCHAPPIJ

De wisselwerking tussen biologie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

### Wenken

In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.

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

Wetenschappers wenden technieken aan die op biologische inzichten zijn gebaseerd.

- Kennis van DNA technologie zien we o.a. bij het opsporen van erfelijke aandoeningen, forensische onderzoek, opsporen van GGO's (genetisch gemodificeerde organismen).
- Kennis van microbiologische technieken bij o.a. voedselbereiding, waterzuivering.
- Biotechnologische toepassingen o.a. bij de productie van medicijnen, enzymen, GGO's...
- Kennis van mechanisme van voortplanting heeft medisch geassisteerde voortplanting mogelijk gemaakt.

Bedrijven gebruiken deze toepassingen om afgeleide producten te ontwikkelen en zo een biotech-economie uit te bouwen.

Tal van deze op biologisch inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden. Therapeutisch en reproductief klonen, prenatale/genetische diagnostiek en de toegang tot deze informatie, verantwoordelijkheid t.o.v. voeding en gezondheid, de ontwikkeling van biobrandstoffen en het verlies van landbouwgrond voor voedingsgewassen... beïnvloeden het ethisch denken en handelen van de mens.

Dat de mens ook een product is van evolutie is vanuit filosofisch (levensbeschouwelijk) oogpunt een interessant gegeven. Het spanningsveld tussen godsdienst en wetenschap kan hier ter sprake komen.

AD7

## CULTUUR

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

### Wenken

Men kan verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en worden overgedragen aan toekomstige generaties.

Enkele voorbeelden:

- kennis van vaccinatie en immunologie;
- de evolutietheorieën van De Lamarck en Darwin;
- de evolutiegedachte;
- bouw van de cel;

- kennis van voortplanting en inzicht in vruchtbaarheid;
- kennis dat kenmerken van generatie naar generatie overgaan;
- planten als basis van de voedselketen (fotosynthese);
- toepassingen van gisten en bacteriën.

Men kan voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en deze een plaats geven in de culturele en maatschappelijke context.

- de historische experimenten van Mendel, Morgan;
- ontdekking van het DNA door Watson and Crick;
- Human Genome Project;
- evolutietheorie;
- de ontwikkeling van de biotechnologie en genetische gemanipuleerde (gemodificeerde) organismen in geneeskunde, veeteelt en landbouw.

**AD8** **DUURZAAMHEID**  
 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:
- Gebruik van GGO's: bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval.
- Milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plasticen, waterzuivering met actief slib.

### 4.3 Gezondheid

Onderstaande algemene doelstellingen, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen in toenemende mate van zelfstandigheid en complexiteit gehanteerd worden.

**AD9** **Illustreren dat verantwoord omgaan met gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.**

**Wenken**

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

- preventieve aspecten van gezondheidszorg:
  - belang van een gezonde en gevarieerde voeding;
  - belang van gezonde leefgewoontes: beweging (melkzuurvorming);
  - kritische houding tegenover gebruik van geneesmiddelen en antibiotica;
  - verantwoorde attitude t.o.v. genots- en pepmiddelen (alcohol, tabak...).
- wetenschappelijke inzichten in dienst van de behandeling van ziektes en afwijkingen:

- hart- en vaatziekten, nierdialyse, leverziekten;
- microbiologie: ziekten veroorzaakt door virussen en bacteriën;
- GGO's en productie van medicijnen (insuline, epo, ...), gentherapie, therapeutisch klonen;
- soa's;
- bloedonderzoek;
- immuniteit: vaccinatie en serumbehandeling, gebruik antibiotica, biomedische problemen zoals allergie, autoimmuunziekten (AIDS, MS, ziekte van Crohn);
- genetische aandoeningen;
- de invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van ziekten en afwijkingen (mutaties);
- parasieten (virussen en bacteriën, prionen...) en etiketten.

## 5 Leerplandoelstellingen

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

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

### 5.1 Eerste leerjaar van de derde graad

#### 5.1.1 De cel

##### 5.1.1.1 Functionele morfologie van de cel

(ca 8 lestijden)

Nummerleerplandoelstelling  
B = basisdoelstelling  
V = verdiepende doelstelling

Verwoording  
doelstelling

B1	Door microscopisch onderzoek plantaardige en dierlijke cellen <b>vergelijken</b> wat betreft grootte en bouw.
B2	Door microscopisch onderzoek van cellen de geobserveerde structuren <b>benoemen</b> en weergeven.

**Wenken**

Door vergelijkende microscopische studie van verschillende types planten- en dierlijke cellen, kunnen leerlingen gelijkenissen en verschillen waarnemen en celtypes onderling vergelijken qua grootte. Door leerlingen hun waarnemingen in natuurgetrouwe tekeningen te laten weergeven, worden ze verplicht om goed te observeren. Structuren die hierbij zeker herkend kunnen worden, zijn: kern, vacuole, plastiden, celwand, celmembraan.

**Suggesties voor practica**

- Microscopische studie van cellen (bv. ui-, waterpest-, tomaten-, aardappel- en mondepitheelcellen, sneeuwbes).
- Aanvullend microscopisch onderzoek op micropreparaten (voor een variatie aan dierlijke cellen).

**Link met de eerste en tweede graad**

In de eerste graad hebben leerlingen al plantaardige en dierlijke cellen leren herkennen op een micropreparaat.  
Zie B14 uit het leerplan natuurwetenschappen 1<sup>e</sup> graad (**Op een micropreparaat de structuur van plantaardige en dierlijke cellen herkennen.**).

In de tweede graad is de microscoop vermoedelijk ook gebruikt bij het vergelijkend onderzoek om plantengroepen van elkaar te onderscheiden.  
Zie B45 (Aan de hand van een vergelijkend onderzoek op basis van waarneembare kenmerken enkele plantengroepen van elkaar onderscheiden en herkennen als levermossen, bladmossen, varenplanten, naaldbomen (coniferen) of bloemplanten.) of B 51 (**Door observatie relevante kenmerken aangeven** waardoor zwammen en bacteriën kunnen **onderscheiden** worden van planten en dieren) in het leerplan Biologie van de 2<sup>e</sup> graad.

B3	Op elektronenmicroscopisch beeldmateriaal van plantencellen en dierlijke cellen submicroscopisch waarneembare celstructuren aanduiden, benoemen en verschillen tussen beide cellen weergeven.
B4	Functies en bouw van submicroscopisch waarneembare celstructuren omschrijven en de samenhang ervan in de cel illustreren.
B5	De functionele opbouw van de eenheidsmembraan toelichten.
<p><b>Wenken</b></p> <p>Volgende celstructuren kunnen bestudeerd worden: kern, mitochondriën, chloroplasten, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, golgi-apparaat, cytoskelet, centrosoom/centriolen, celwand, celmembraan.</p> <p>Het omschrijven van de functies kan in deze fase beperkt zijn. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat cellen driedimensionaal zijn en dat ze inzicht krijgen in de functies van celorganellen en hun samenhang. De samenhang kan bijv. geïllustreerd worden via alle organellen betrokken bij de eiwitsynthese (B13) en/of membraansynthese.</p> <p>Het is niet de bedoeling erg diep in te gaan op de biochemische structuur van de eenheidsmembraan. De membraancomponenten die hier aan bod kunnen komen, zijn o.a. de fosfolipiden, cholesterol en eiwitten. De rol van de glycocalix (glycoproteïnen en glycolipiden) bij de celmembraan kan aan bod komen.</p> <p><b>Suggestie voor practicum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT-opdrachten rond submicroscopische bouw van de cel en celorganellen.</li> </ul>	

### 5.1.1.2 Processen van stofuitwisseling tussen cellen en hun milieu

(ca 6 lestijden)

B6	Passief en actief transport van stoffen doorheen een membraan omschrijven, illustreren en vergelijken.
B7	De passieve transportprocessen, diffusie en osmose, omschrijven, vergelijken en deze processen bij cellen herkennen en verklaren.
V7	De processen plasmolyse en deplasmolyse onderzoeken.
<p><b>Wenken</b></p> <p>(Demo-)experimenten bieden de mogelijkheid om deze processen onderzoekend te bestuderen en onderling te vergelijken.</p> <p>Men kan als voorbeeld van actief transport resorptie van glucose in de nierkanaaltjes, de Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-pomp in zenuwcellen of resorptie van sommige voedingsstoffen doorheen de darmwand bespreken. De nadruk zal hier liggen op het verschil met de passieve vormen van transport. Deze vormen van transport</p>	



verbinden met de bouw van een membraan, waardoor de rol van sommige eiwitten (carriers, kanaaleiwitten) in het membraan duidelijk wordt.

Hier komen dan ook de vormen van blaasjestransport (endo- en exocytose, fago- en pinocytose) aan bod. Het herkennen van de processen kan men inoefenen via voorbeelden van cellen in hypertone, isotone of hypotone omstandigheden.

#### Suggesties voor practica

- Experimentele studie van het diffusie- en osmoseproces.
- Plasmolyse en deplasmolyse kwalitatief en kwantitatief bestuderen bij planten.
- Microscopische studie van plasmolyse en deplasmolyse bij plantencellen.
- Invloed van hypo- en hypertone oplossingen op dierlijke cellen onderzoeken.

#### Link met de eerste en tweede graad

In de eerste graad maakten leerlingen al kennis met het deeltjesmodel. Voorbeelden van diffusie kunnen besproken zijn zonder het begrip als dusdanig te vermelden. Zie B19 uit het leerplan natuurwetenschappen 1<sup>e</sup> graad. (Vanuit waarnemingen afleiden dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur.)

In de tweede graad werd dit deeltjesmodel in verschillende contexten verder gebruikt in zowel Fysica als Chemie.

### 5.1.1.3 Cellen in verband

(ca 3 lestijden)

B8	Op micropreparaten verschillende celtypen <b>aanduiden</b> en hun opbouw <b>in verband brengen met hun functie</b> .
B9	De <b>noodzaak</b> van organisatie van cellen in weefsels, organen, orgaansystemen of stelsels bij <b>meercelligen in voorbeelden verduidelijken</b> .
<b>Wenken</b> Beeldmateriaal van enkele weefsels kan het microscopisch onderzoek aanvullen. Het is niet de bedoeling alle weefsel in detail te bespreken. De nadruk ligt hierbij op de relatie van celtypes met hun functie. Deze doelstellingen bieden zeker ook de mogelijkheid om met plantaardig materiaal te werken wat als opstap kan dienen naar de leerstof i.v.m. fotosynthese. Men kan ook kiezen voor dierlijke weefsels in functie van verdere leerstof (bv. darmwand - heterotrofie, long - ademhaling ...).	
<b>Suggesties voor practica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Microscopische studie van de functionele aanpassingen van het blad aan de fotosynthese.</li><li>• Microscopische studie van de darmwand, doorsnede long (verschillende weefsels zijn zichtbaar).</li><li>• Microscopische vergelijking van epitheel met kraakbeenweefsel, beenweefsel.</li></ul>	

### Link met de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de 1<sup>e</sup> graad zijn twee doelstellingen opgenomen in verband met cellen en weefsels en de samenhang binnen organismen. In de eerste graad ligt de nadruk op het onderscheid cel - weefsel - orgaan - organisme terwijl hier het verband tussen bouw en functie centraal staat.

Zie B12 (In concrete voorbeelden illustreren dat er in een organisme een samenhang is tussen verschillende organisatieniveaus) en B13 (Vanuit lichtmicroscopische waarnemingen afleiden dat cellen gegroepeerd zijn in weefsels en weefsels in organen) uit het leerplan van de eerste graad.

## 5.1.2 Stofwisselingsprocessen en hun regulatie

### 5.1.2.1 Belang van biomoleculen

(ca 9 lestijden)

B10

Eigenschappen en belang van biochemisch belangrijke stoffen in verband brengen met hun moleculaire structuur.

#### Wenken

Bij alle stofwisselingsprocessen is er steeds een wisselwerking tussen materie en energie. Als opstap kunnen hier de suikers, vetten en eiwitten aan bod komen. Het is niet de bedoeling om deze organische verbindingen zeer chemisch te bespreken. Een sterk vereenvoudigde voorstelling van deze macromoleculen is voldoende. Het volstaat dat leerlingen deze verbindingen herkennen, van elkaar kunnen onderscheiden, kennismaken met de respectievelijke eigenschappen die belangrijk zijn voor het functioneren van organismen en de link kunnen leggen met het voorkomen in die organismen.

Volgende aspecten kunnen aan bod komen:

- Suikers met als brutoformule  $C_nH_{2m}O_m$ ; aanwezigheid van OH-groepen, vereenvoudigde structuur, het onderscheid mono-, di- en polysachariden; het belang als energierijke verbinding; het voorkomen van polysachariden als reservemateriaal of niet door de mens afbreekbare cellulose;
- Vetten zijn opgebouwd uit glycerol en verschillende vetzuren; het onderscheid verzadigde - onverzadigde vetten, het belang als energiereserve; maar ook de typische structuur van fosfolipiden in membranen;
- Eiwitten zijn polymeren van aminozuren, hebben een typische primaire, secundaire en tertiaire ev. quaternaire structuur, zijn o.a. belangrijk als bouwstoffen, enzymen, hormonen, antistoffen ...

Hier kan ook het belang van water en mineralen voor organismen aan bod komen.

#### Suggesties voor practica

- Herkenningsreactie op suikers vetten en eiwitten.
- Aantonen van de aanwezigheid van suikers, vetten, eiwitten.
- Bepalen van het watergehalte (drogestofbepaling), asgehalte.



#### Link met de eerste graad

In het kader van het bestuderen van de spijsvertering zal de vertering van enkele organische verbindingen zoals zetmeel en eiwitten al op een heel eenvoudige manier aan bod zijn gekomen. Hier lag de nadruk vooral op plaats van de vertering in het spijsverteringsstelsel en minder op de aard van de organische verbindingen.

Zie B34 in het leerplan van de eerste graad (Verschillende stappen in de vertering onderzoeken en situeren in het spijsverteringsstelsel).

#### Link met chemie

Deze biochemisch belangrijke stoffen komen op het einde van het tweede leerjaar van derde graad uitvoerig aan bod in het vak chemie. Zie B58 in het leerplan Toegepaste chemie (Fysische eigenschappen en chemische reacties van polyfunctionele verbindingen in verband brengen met de molecuulstructuur.).

#### B11 Het belang van ATP als biologisch bruikbare energie illustreren.

##### Wenken

Als opstap naar de verschillende metabole omzettingen kan hier het belang van ATP aan bod komen. ATP kan hierbij voorgesteld worden als een cellulaire batterij die in staat is bruikbare energie ter beschikking te stellen bij verschillende processen. Men kan bijvoorbeeld wijzen op elektrische energie bij zenuwgeleiding, mechanische energie bij beweging, chemische energie bij synthese van lichaamseigen stoffen.

#### Link met de eerste graad

In de eerste graad kwamen al energieomzettingen aan bod. De link met ATP is daar uiteraard niet gelegd. Zie B29 (Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.).

#### B12 De structuur van nucleïnezuren herkennen en schematisch voorstellen.

##### Wenken

De doelstelling is de opstap om de eiwitsynthese te kunnen behandelen. De opbouw uit mononucleotiden, het verschil DNA-RNA en het onderscheid met suikers, vetten en eiwitten zijn aspecten die aan bod kunnen komen. De replicatie van DNA komt in het 6<sup>e</sup> jaar aan bod (B45) waar de link gelegd wordt met celcyclus.

De schematische voorstelling mag eenvoudig zijn. Het gebruik van verschillende typemodellen zal het herkennen en het inzicht verhogen.

#### Suggesties voor practica

- Modelbouw van DNA.
- Extractie DNA.



**B13** Het verloop van de eiwitsynthese beschrijven en het systeem van de genetische code verduidelijken.

#### Wenken

Vanuit de kennis van de nucleotidenstructuur van het DNA en de aminozuursamenstelling van de eiwitten kan men de noodzaak van het bestaan van een tripletcode verduidelijken. Bovendien maakt de aanwezigheid van DNA in de kern, terwijl de eiwitsynthese ter hoogte van de ribosomen gebeurt, een boodschapper onder de vorm van RNA noodzakelijk. Het gebruik van modellen is zeker aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van dit proces te illustreren. Animaties kunnen deze complexe materie voor leerlingen beter toegankelijk maken.

Inzicht in het verloop van het proces primeert op een te gedetailleerde chemische beschrijving.

Met deze doelstelling kan men ook de samenhang tussen de celorganellen (B4) illustreren.

Men kan bij de volgende onderwerpen een keuze maken in de volgorde van de te behandelen thema's:

- Men kan eerst de enzymen behandelen om die enzymen dan in toepassingen als fotosynthese, ev. chemosynthese, celademhaling en gisting te duiden.
- Of men kan eerst kiezen om de autotrofe processen te bespreken voor men de heterotrofe behandelt. Omwille van de voor de handliggende experimenten met verteringsenzymen om de eigenschappen van enzymen te onderzoeken, komen de enzymen dan pas bij het leerstofdeel heterotrofie aan bod.

### 5.1.2.2 Autostrofie

(ca 6 lestijden)

**B14** Aantonen hoe de submicroscopische structuur van een chloroplast aan fotosynthese is aangepast.

#### Wenken

Bij het bestuderen van de submicroscopische structuur van de cel kan de bouw van de chloroplast al aan bod zijn gekomen. Hier legt men de link met de aanpassingen voor het fotosyntheseproces (thylakoïden met bladgroenpigmenten).

#### Link met de eerste graad

In de eerste graad ligt de nadruk op het opbouwen van energierijke verbindingen m.b.v. licht. Het biochemische proces van de fotosynthese kwam hier niet aan bod. Het experimenteel aantonen dat bij dit proces licht noodzakelijk is, is niet bij alle leerlingen aan bod gekomen. Zie B50 (Uit waarnemingen afleiden dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht en met stoffen uit de bodem en de lucht.) en eventueel V50 (Experimenteel vaststellen dat de groene plantendelen onder invloed van licht stoffen opbouwen.) in het leerplan Natuurwetenschappen van de 1<sup>e</sup> graad.



#### Suggesties voor practica

- Functionele aanpassingen van het blad aan het fotosyntheseproces onderzoeken (kan ook in het practicum "microscopische studie van weefsels" gebeuren).
- Microscopische en submicroscopische studie van chloroplasten.
- Extractie van pigmenten uit een blad.
- Scheiding van pigmenten in vetoplosbare en wateroplosbare componenten.
- Chromatografie van fotosynthesepigmenten.

**B15** Factoren die fotosynthese beïnvloeden onderzoeken en verklaren.

**B16** Het biochemische proces van de fotosynthese schematisch weergeven.

#### Wenken

Afhankelijk van de voorkennis kan je leerlingen laten afleiden of onderzoeken welke factoren noodzakelijk zijn voor de fotosynthese. Hoe die factoren het proces beïnvloeden kan een volgend onderzoeksthema zijn. Factoren die men kan onderzoeken, zijn o.a. temperatuur, verlichtingssterkte, CO<sub>2</sub>-gehalte, lichtkleur.

Men kan het biochemisch proces van de fotosynthese (lichtafhankelijke en lichtonafhankelijke reacties) met een eenvoudig schema voorstellen en de energetische omzettingen met de rol van ATP in functie van de lokalisatie in de cel bespreken. Het volstaat om te wijzen op de samenhang tussen de verschillende deelreacties zonder die allemaal in detail te bespreken. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen allerhande reactievergelijkingen uit het hoofd leren en/of de volledige Calvincyclus kunnen reconstrueren.

#### Suggesties voor practica

- Kwalitatief onderzoek van noodzakelijke factoren voor fotosynthese (geranium, klimop, siernetel).
- Beïnvloedende factoren van het fotosyntheseproces (kwantitatief) onderzoeken.
- Bepalen van het absorptiespectrum van bladgroen met een spectrometer.

Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksoopdrachten.

**V16** Een voorbeeld van chemosynthese bespreken.

#### Wenken

Nitrificerende bacteriën, ijzerbacteriën of kleurloze zwavelbacteriën kan men hier als voorbeeld bespreken. Men kan hier al een link leggen naar de leerstof microbiologie (verder in dit leerplan).

#### Link met tweede graad

Men kan de link leggen met materiekringlopen die aan bod kwamen in de tweede graad. Zie B65 (Een materiekringloop beschrijven en in een schema weergeven.) in het leerplan biologie 2<sup>e</sup> graad.

### 5.1.2.3 Heterotrofie

(ca 8 lestijden)

<b>B17</b>	Het belang van enzymen voor het <b>katalyseren</b> van biochemische reacties <b>duiden</b> .
<b>Wenken</b> Uit eenvoudige (demo-)experimenten kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de omzetting van stoffen beïnvloeden. De werking van enzymen als biokatalysatoren kan men vergelijken met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. $MnO_2$ ).  Het kan belangrijk zijn om de werking van enzymen niet alleen te verbinden met afbraak en spijsvertering maar ook voorbeelden bij planten (fotosyntheseprocessen) en voorbeelden van opbouwreacties (synthese van eiwitten) te vermelden. <b>Suggesties voor practica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Onderzoek van catalase in aardappel, vlees, appel ...</li><li>• Onderzoek van bioluminescentie bij zeevuurvliegjes.</li></ul>	
<b>B18</b>	De werking van enzymen <b>linken</b> aan hun biochemische structuur.
<b>B19</b>	<b>Factoren onderzoeken</b> die de werking van enzymen beïnvloeden.
<b>Wenken</b> Men kan de werking van enzymen verduidelijken aan de hand van het sleutel-slot- principe. Hier kan men de link leggen met inhibitoren zoals bijv. CO op hemoglobine.  Grafische voorstellingen en animaties kunnen hierbij meer inzicht geven.  Factoren die de werking van enzymen beïnvloeden en die men kan onderzoeken, zijn de invloed van de temperatuur, zuurgraad, concentratie van enzym en/of substraat en de specificiteit van enzymen. Deze experimenten lenen zich ook om via data-logging metingen uit te voeren. <b>Suggesties voor practica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aantonen dat enzymen eiwitten bevatten.</li><li>• Beïnvloedende factoren op de werking van enzymen onderzoeken.</li><li>• Specificiteit van enzymen onderzoeken.</li></ul> Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksopdrachten. <b>Link met chemie</b> In het leerplan Toegepaste chemie komt een hoofdstuk over chemisch evenwicht.	
<b>B20</b>	De vertering als noodzakelijke stap voor heterotrofie <b>verduidelijken</b> .
<b>B21</b>	Een eenvoudig <b>schematisch overzicht</b> geven van de vertering en absorptie van sachariden, lipiden en proteïnen in het darmkanaal.



V21 De noodzaak van gevarieerde en evenwichtige voeding **verduidelijken**.

#### Wenken

De afbraak van sachariden, eiwitten en vetten kan men door middel van een stroomschema voorstellen. Deze synthese leent zich om het belang van zuurgraad, specificiteit en bacteriën in dit afbraakproces te illustreren.

Bij het bespreken van het absorptieproces komen de vroeger bestudeerde processen van stofuitwisseling aan bod.

#### Suggesties voor practica

- Het effect van verteringsenzymen (amylase, pepsine, pancreatine) op voedselbestanddelen onderzoeken.
- Microscopische studie van de darmwand (kan ook in het practicum "microscopische studie van weefsels" gebeuren).

B22 Het belang van lysosomen bij intracellulaire vertering **bespreken**.

#### Wenken

Met deze doelstelling kan men het verteringsproces in de cel situeren en vergelijken met de extracellulaire vertering in het spijsverteringsstelsel. Het verteringsproces kan men zelfs vanuit evolutionaire hoek benaderen.

Mogelijk is deze doelstelling al (gedeeltelijk) behandeld bij B4 (samenhang van organellen in de cel).

### 5.1.2.4 *Aerobe en anaerobe ademhaling*

(ca 6 lestijden)

B23 Het proces van de celademhaling in de cel **lokalisieren** en dit biochemische proces **schematisch weergeven**.

#### Wenken

Net als bij het fotosyntheseprocess is het ook hier niet de bedoeling om ingewikkelde schema's op te bouwen. De celademhalingsreacties kan men beperken tot eenvoudige voorstellingen van de glycolyse, zurencyclus en eindoxidaties. Daarbij legt men telkens de link met de plaats in de cel waar deze reacties doorgaan. Het belang van ATP, O<sub>2</sub>-gas en H-receptoren als NAD/FAD kan men hierbij betrekken.

**U23** Aanpassingen van gasuitwisselingsstructuren aan hun functie **vergelijken** bij organismen uit verschillende milieus.

#### Wenken

Organismen overleven in verschillende milieus omdat ze over aangepaste ademhalingsstructuren beschikken zoals longen, kieuwen, tracheeën. Men kan hier de link leggen met de stofuitwisselingsprocessen ter hoogte van deze structuren en de aanpassingen die deze organismen hebben om tot optimale uitwisseling te komen. Men kan dit onderwerp vanuit evolutionair standpunt benaderen.

#### Suggesties voor practica

- Dissectie van longen, kieuwen, tracheeën.
- Bepalen van de vitale capaciteit met een spirometer.
- Bepalen van het ademhalingsquotiënt en het zuurstofverbruik.

#### Link met de eerste graad

In de eerste graad komt de ademhaling bij zoogdieren/de mens aan bod. De ademhalingsbewegingen, de longventilatie, de bouw van de longen, het verschil tussen de ingeademde en uitgeademde lucht en de uitwisselingsprocessen ter hoogte van de longblaasjes zijn er bestudeerd. Zie B35 tot en met B40 in het leerplan Natuurwetenschappen.

**B24** Fermentatie **beschrijven als** een proces om energie vrij te maken in anaerobe omstandigheden en dit proces **vergelijken** met de celademhaling.

#### Wenken

Leerlingen kunnen de omzetting van pyrodruivenzuur met  $\text{NADH} + \text{H}^+$  tot melkzuur door melkzuurbacteriën of tot ethanol bij gisten afleiden uit eenvoudige schema's van de reacties. In een vergelijking zal dan ook duidelijk zijn dat er veel minder energie wordt vrijgemaakt. Naast het al of niet beschikbaar zijn van  $\text{O}_2$ -gas zullen ook de aanwezige enzymen in het organisme bepalend zijn voor de aard van de fermentatie.

Men kan de link leggen met melkzuurvorming in spieren bij inspanningen.

#### Suggesties voor practica

- Onderzoek van factoren die de gisting/fermentatie beïnvloeden.
- Alcoholische gisting illustreren door bier- of wijnbereidingen.
- Fermentatieprocessen bij bereiding van yoghurt, kaas, zuurkool...

Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksopdrachten.



### 5.1.2.5 Homeostase

#### HOMEOSTATISCHE FUNCTIE VAN BLOED EN LYMFEN

(ca 8 lestijden)

**B25** Het begrip homeostase met voorbeelden illustreren.

##### Wenken

Er zijn verschillende voorbeelden mogelijk om homeostase te illustreren. Afhankelijk van de keuzes verder in het leerplan (U26) kunnen aspecten van de werking van de nier of thermoregulatie als voorbeeld gebruikt worden.

**B26** Homeostatische functies van het bloed verklaren vanuit de samenstelling van het bloed.

##### Wenken

Een korte herhaling van de samenstelling zal vermoedelijk noodzakelijk zijn. Het kan uiteraard volstaan om zich te beperken tot die samenstellende bestanddelen die verder in de leerstof aan bod komen. Mogelijke insteken: bloedsuikergehalte, hemoglobinegehalte, aantal rode bloedcellen, calcium- en ijzergehalte.

Deze doelstelling biedt mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende onderzoeksopdrachten.

##### Link met eerste graad

In de eerste graad is bloed al (beperkt) aan bod gekomen. Zie B41 (De samenstelling van het bloed onderzoeken en de functies van de samenstellende delen weergeven.)

##### Suggesties voor practica

- Microscopisch onderzoek van een bloeduitstrijkje.
- Vergelijkend onderzoek van gegevens uit bloedanalyses.
- Hematocrietbepaling.
- Invloed van O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> op de kleur van bloed onderzoeken.

**B27** De bouw van het transportstelsel en de werking van hart en bloedvaten in verband brengen met hun homeostatische functie.

##### Wenken

Het transportstelsel is essentieel om tot een goede homeostase te kunnen komen. De bouw en werking van hart en bloedvaten kan men bespreken in functie van de volgende doelstellingen. De systole en diastole leveren bijvoorbeeld een opstap naar de regeling van de bloeddruk. Anderzijds biedt de regeling van de hartfrequentie mogelijkheden om de homeostase te illustreren.

Deze doelstelling zal zeker voldoende aanknopingspunten hebben om een link met AD 9 (Gezondheid) te leggen via thema's als gezond sporten, hart- en vaatziekten, hartkleppen, spataders.

##### Link met eerste graad

In de eerste graad komt het transportstelsel al aan bod. De nadruk ligt daar op de relatie bouw en transportfunctie. Zie B42 (De bouw van hart, slagaders, haarvaten en aders in verband brengen met hun transportfunctie.)

### Suggesties voor practica

- Dissectie van een (varkens-)hart en studie van de bloedvaten die er op aansluiten (zie 3.5 Dissectie als werkvorm).
- Hartfrequentie en ECG.
- Vergelijkende microscopische studie van slagaders en aders.

**B28** De bloeddrukregeling als voorbeeld van een terugkoppelingssysteem in verband met de homeostatische functie van het bloed bespreken.

### Wenken

De regeling van de bloeddruk is een complex systeem. Het volstaat om enkele beïnvloedende factoren te behandelen en hun rol in het feedbacksysteem aan te tonen. Mogelijke factoren die hier aan bod kunnen komen zijn: zoutgehalte, stress, inspanning, vochtbalans.

### Suggestie voor practicum

- Uitvoeren van bloeddrukmetingen.

**B29** Weergeven hoe door bloedstolling bloedverlies beperkt kan worden en enkele factoren die noodzakelijk zijn voor de bloedstolling toelichten.

### Wenken

Het volstaat om de rol van bloedplaatjes, fibrinogeen en calcium in de bloedstolling te bespreken. Ook de rol van vitamine K en antistollingsmiddelen kunnen aan bod komen.

### Suggesties voor practica

- Microscopische studie van bloedstolling.
- Aantonen van fibrine in gestold bloed.

**B30** Bouw en homeostatische functie van het lymfevatenstelsel beschrijven.

### Wenken

Men kan bouw en functie van het bloed- en het lymfevatenstelsel vergelijken. Het draineren van het overtollige weefselvocht en de afweer van het lichaam behoren tot de belangrijkste functies van het lymfatische systeem. De werking van het immuunsysteem komt later nog uitvoerig aan bod (vanaf B32).

### Suggesties voor practica

- Microscopie van organen van het lymfatische systeem (thymus, milt, lymfeknoop ...).

**V30** Afwijkende werking van het transportstelsel bij enkele aandoeningen verklaren.

### Wenken

Bij verschillende van de vorige doelstellingen is het mogelijk om verdiepend te werken. Deze verdiepende doelstelling biedt ook mogelijkheden om te differentiëren. Daarnaast bieden ze de mogelijkheid om aan AD9 i.v.m. gezondheid te werken.

Mogelijke aandoeningen zijn: atherosclerose, hoge bloeddruk, angina pectoris, trombose, embolie, hartinfarct, hemofilie, sikkelcelanemie, oedeem.



## AFWEER TEGEN LICHAAMSVREEMDE STOFFEN: IMMUNITEIT

(ca 6 lestijden)

B31	Verklaren waarop de indeling van bloedgroepen in het ABO- en resussysteem steunt.
V31	Het belang van de resusfactor bij zwangerschap verklaren.
<b>Wenken</b> Het is niet de bedoeling om hier de erfelijkheid van bloedgroepen al te behandelen. De nadruk ligt hier op de verschillende agglutinogenen en agglutinines die de typering van de bloedgroep in het ABO-systeem bepalen. De vergelijking met het resusstelsel maakt duidelijk dat antistoffen tegen de resusfactor pas voorkomen na contact met resuspositieve cellen. De mogelijke problemen bij resusincompatibiliteit kunnen hier ook aan bod komen. <b>Suggestie voor practicum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Bloedgroepbepaling.</li></ul>	
B32	Niet-specifieke en specifieke afweermechanismen omschrijven en schematisch voorstellen.
<b>Wenken</b> Naast de algemene en niet-specifieke afweermechanismen is er hier ook aandacht voor het specifieke systeem met humorale en cellulaire immuniteit. Het belang van geheugencellen zal hierbij in de verf gezet worden. Het spreekt voor zich dat men deze leerstof linkt aan AD9 i.v.m. gezondheid (Illustreren dat verantwoord omgaan met gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.)	
V32	Afwijkende werking van het immuunsysteem bij enkele aandoeningen verklaren.
<b>Wenken</b> Zonder deze materie al te medisch te behandelen, kan men toch de relatie leggen tussen de werking van een normaal functionerend immuunsysteem en het afwijkend werken bij bv. auto-immuunziekten, allergie, immunodeficiëntie.	
B33	Actieve en passieve immunisatie vergelijken.
<b>Wenken</b> Men kan als synthese vaccinatie met serumtherapie als voorbeelden van actieve en passieve immunisatie vergelijken. Ook andere voorbeelden als transplacentaire immuniteit of het doorgeven van antistoffen via de moedermelk kunnen passieve immunisatie illustreren.	



## HOMEOSTATISCHE FUNCTIES VAN DE NIER EN DE LEVER (U)

U25a	De bouw en werking van de nier in verband brengen met het constant houden van de bloedsamenstelling.
<p><b>Wenken</b></p> <p>Aan de hand van een schets van een nefron bespreekt men de werking van de nieren (vorming van voorurine, de reabsorptie en het ontstaan van urine). Een vergelijking van de samenstelling van voorurine, urine en bloedplasma kan een vertrekpunt zijn. De rol van hormonen in de regulerende werking illustreert de homeostatische functie.</p> <p>Nierdialyse en het ontstaan van nierstenen zijn onderwerpen die passen in het kader van AD 9 (gezondheid).</p> <p><b>Suggesties voor practica</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dissectie van een nier.</li><li>• Microscopische studie van nierschors en niermerg.</li><li>• Analyse van urine.</li></ul>	
U25b	De bouw en werking van de lever in verband brengen met de homeostatische functie.
<p><b>Wenken</b></p> <p>Men kan de lever vergelijken met een grote chemische fabriek waarin een groot aantal stoffen wordt omgezet, afgebroken, opgeslagen of geproduceerd. De functies die kunnen aan bod komen zijn: suikerstofwisseling, vetstofwisseling, eiwitstofwisseling, detoxificatie, opslag, warmte- en galproductie.</p> <p>Overmatig alcoholgebruik en leverdegeneratie, hepatitis... zijn thema's die in het kader van gezondheid aan bod kunnen komen. (link met AD9)</p> <p><b>Suggestie voor practicum</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Microscopische studie van de lever.</li></ul>	

## 5.2 Tweede leerjaar van de derde graad

### 5.2.1 Voortplanting

#### 5.2.1.1 Celcyclus

(ca 9 lestijden)

**B34** Het verband verduidelijken tussen DNA, chromatine en chromosoom.

##### Wenken

De structuur van nucleinezuren kwam al aan bod in B12.

De nadruk ligt hier o.a. op het grootte-ordeverschil tussen DNA (macromolecule, microscopisch niet zichtbaar) en chromatine en chromosomen die wel microscopisch zichtbaar zijn. Uit waarnemingen op micropreparaten of microscopisch beeldmateriaal kunnen leerlingen zelf het onderscheid chromatine-chromosoom afleiden.

Aan de hand van een tabel met chromosomenaantallen per soort, kan men aantonen dat veel organismen diploïd zijn. Polyploïdie of haploïde organismen (vb. sociale insecten) kunnen hier aan bod komen.

##### Suggesties voor practica

- Microscopie reuzenchromosoom.
- DNA isolatie en kleuring van kernen (azijnzuurorceïne).

**B35** De celdeling en DNA-replicatie **situëren** in de celcyclus.

##### Wenken

Aan de hand van een animatie kan men duiden dat de synthesefase van de interfase voorafgaat aan de celdeling. Ook het verschil in snelheid van de celcyclus in functie van de ouderdom van cellen (embryonaal...) en kankercellen kan hier aan bod komen.

**B36** Het verloop van de DNA-replicatie **beschrijven**.

##### Wenken

Animaties kunnen helpen het replicatieproces van het DNA visueel te illustreren.

**B37** Het verloop van de mitose en de betekenis ervan voor het organisme **toelichten**.

##### Wenken

Aan de hand van beeldmateriaal (o.a. animatie) kan men verduidelijken dat identieke cellen ontstaan bij de gewone kern- en celdeling. Ook kan men hier het verband met klonen aan bod laten komen.

Men kan de belangrijkste fasen (profase, metafase, anafase en telofase) van de mitose verduidelijken door beeldmateriaal met schema's te laten vergelijken en te interpreteren.

#### Suggestie voor practicum

- Microscopische studie van mitose in worteltoppen (ui, hyacint, tulp ...)

V47 Factoren bespreken die de mitose beïnvloeden.

#### Wenken

Men kan zowel fysische als chemische factoren die een remmend of stimulerend effect hebben op de celdeling bespreken. In dit verband kan men ook aandacht besteden aan kanker (oorzaken, preventie en therapie).

B38 Het verloop van de meiose beschrijven en de betekenis ervan voor organismen toelichten.

#### Wenken

Het is belangrijk om er op te wijzen dat bij de meiose genetisch gedifferentieerde, haploïde cellen ontstaan door crossing-over en het herschikken van de twee sets ouderlijke chromosomen. Hieruit blijkt ook het belang van de eerste meiotische deling om het chromosomenaantal van een soort in opeenvolgende generaties constant te houden. Deze genetische variatie is belangrijk vanuit evolutionair standpunt.

#### Suggestie voor practicum

- Microscopische studie van de meiose (vb. stuifmeelkorrels)

B39 Mitose en meiose met elkaar vergelijken.

#### Wenken

Het vergelijken kan op verschillende vlakken: verloop, resultaat (aantal cellen en het al of niet identiek zijn), invloed op chromosomenaantal, voorkomen...

### 5.2.1.2 Voortplanting bij de mens

(ca 12 lestijden)

B40 De functionele bouw van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw bespreken.

#### Wenken

Het bespreken van de bouw van het voortplantingsstelsel kan men best zien in functie van de gametogenese en de hormonale regeling.

#### Link met eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad is een hoofdstuk gewijd aan de voortplanting bij de mens. Zie B56 (Op model en beeldmateriaal de belangrijkste voortplantingsorganen van man en vrouw herkennen, benoemen en hun functie weergeven.) en B57 (Primaire en secundaire geslachtskenmerken onderscheiden.).



**B41** De gametogenese bij man en vrouw schematisch weergeven.

**B42** De hormonale regeling van de voortplanting bij de mens beschrijven.

**Wenken**

Zowel bij de ovogenese als spermatogenese verwijst men naar de verschillende stadia in de meiose. Zowel de hormonale regeling en de terugkoppelingsmechanismen bij vrouw en man komen aan bod. In een schema kan men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerken.

**Suggestie voor practica**

- Microscopisch onderzoek (kwaliteitsbeoordeling) van dierlijke zaadcellen.
- Microscopische studie van ovaria en testes.

**Link met eerste graad**

Zie B58 (Eicelrijping, eisprong, vruchtbare periode en menstruatie weergeven en op een **tijdslijn** van de menstruatiecyclus **aanduiden**) in het leerplan van de eerste graad.

**B43** De coïtus en het verloop van bevruchting beschrijven.

**Wenken**

Hier kunnen ook ethische aspecten aan bod komen en kan men wijzen op de verantwoordelijkheid binnen een relatie.

**Link met eerste graad**

Zie B59 (De **belangrijkste fasen** vanaf de coïtus tot de geboorte weergeven.) in het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad.

**B44** De ontwikkeling van het embryo en de foetus beschrijven en de invloed van omgevingsfactoren op deze ontwikkeling toelichten.

**Wenken**

Het is niet de bedoeling de embryonale en foetale ontwikkeling in detail van week tot week te bespreken. De belangrijkste fasen uit de eerste drie weken van de ontwikkeling (klievingsdelingen, morula, blastula, de kiembladvorming, organogenese en vruchtvliezen) verdienen wat meer aandacht. Hierbij ontwikkelen totipotente stamcellen tot gedifferentieerde weefsels en organen. Het ontstaan van eeneiige tweelingen kan men hier ook verduidelijken en het verschil met tweeeiige tweelingen verklaren.

Naast het zuiver wetenschappelijk karakter van de lessen, bieden deze lessen ook de kans om bij leerlingen de 'verwondering' voor het leven op te wekken.

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stralingen de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden. Hier kan men een link leggen met AD9.

**Suggestie voor practicum**

- Microscopie van embryo's (strooi-preparaat zeeëgel, kippenembryo).

**B45 Het verloop van de geboorte beschrijven.**

**Wenken**

Dat oxytocine niet enkel van belang is bij het geboorteproces, maar ook bij het herstel van de baarmoeder na de bevalling en bij lactatie kan hier aan bod komen door de hormonale regeling van lactatie te bespreken.

**B46 Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, opnoemen en voor- en nadelen aangeven.**

**Wenken**

Het is niet de bedoeling een volledig overzicht te geven van anticonceptiemiddelen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe hormonale middelen inwerken op de eierstok- en baarmoedercyclus. Daarnaast is het ook zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen over dit onderwerp te leren kennen. Voor medische informatie is het aangewezen dat leerlingen een arts of apotheker raadplegen.

**Link met eerste graad**

Zie B 60 (Gebruik en functie weergeven van middelen om zwangerschap en SOA's te voorkomen.) in het leerplan van de eerste graad.

**B47 Mogelijkheden om vruchtbaarheid te stimuleren illustreren.**

**Wenken**

Naast het wijzen op het belang van een gezonde levenswijze kunnen volgende technieken aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitromaturatie (IVM) ...

Het is belangrijk dat naast het wetenschappelijk standpunt, ook ethische standpunten bespreekbaar zijn (link naar AD6).

**B48 Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen bespreken.**

**Wenken**

SOA's die kunnen aan bod komen, zijn: chlamydia, gonorrhoe, syfilis, genitale wratten, hepatitis B, *Herpes genitalis*, hiv-infecties, humaan papillomavirus.

Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord gedrag. Het inzicht op de noodzaak van preventie van SOA's primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen. (link naar AD9)

**Link met eerste graad**

Zie B 60 (Gebruik en functie weergeven van middelen om zwangerschap en SOA's te voorkomen.) in het leerplan van de eerste graad.





## 5.2.2 Erfelijkheid

### 5.2.2.1 Klassieke genetica

(ca 12 lestijden)

**B49** De wetten van Mendel afleiden uit resultaten van mono- en dihybride kruisingsproeven.

#### Wenken

Men kan de wetten van Mendel afleiden uit willekeurige mono- en dihybride kruisingen, maar men kan ook vertrekken vanuit de historische experimenten van Mendel. Deze experimenten geven de kans om de culturele en maatschappelijke context (AD7) waarin deze experimenten zijn uitgevoerd te bespreken en laten ook toe de logische opbouw van een wetenschappelijk onderzoek te zien. Verder kan men benadrukken dat Mendel zijn inzichten verworven heeft voor er sprake was van de nodige wetenschappelijke ontdekkingen om zijn experimenten te verklaren.

#### Suggestie voor practicum

- Opkweken en analyseren van  $F_2$ -generatie plantjes (tomatenkiemplanten).

**B50** Een inhoud formuleren voor de begrippen gen, allel, dominant en recessief, homozygoot en heterozygoot, genotype, fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving.

#### Wenken

De terminologie die Mendel gebruikte, is geleidelijk vervangen door de huidige gangbare begrippen en uitgebreid met latere inzichten zoals intermediaire overerving. De leerlingen kunnen deze begrippen niet alleen uitleggen; de nadruk ligt vooral op de toepassing ervan en zit impliciet in de volgende doelstellingen.

#### Suggestie voor practicum

- Meten van variabiliteit en opstellen van een modificatiecurve.

**B51** De resultaten van mono- en dihybride kruisingen verklaren en symbolisch voorstellen.

#### Wenken

De resultaten van de experimenten van Mendel kan men verklaren vertrekkende van het voorkomen van genen op de chromosomen tijdens de meiose. Met modellen van chromosomen (latjes, wasknijpers...) kan men dit verduidelijken. Hieraan koppelt men de symbolische voorstelling van een mono- en dihybride kruising.

Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67).

**B52** Resultaten van kruisingen met multipale allelen verklaren en symbolisch voorstellen.

U62	<b>Resultaten van kruisingen met letale allelen verklaren en symbolisch voorstellen.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Om het begrip multipiele allelen aan te brengen, kan men vertrekken van de overerving van bloedgroepen in het ABO-systeem.</p> <p>Om het systeem van letale allelen te verklaren, kan men vertrekken van de afwijkende getallenverhouding in <math>F_2</math>.</p>		
B53	<b>De begrippen polygenie en cryptomerie met voorbeelden illustreren.</b>	
V63	<b>Resultaten van kruisingen met polygenie en cryptomerie verklaren en symbolisch voorstellen.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Het begrip polygenie kan men aanbrengen aan de hand van de overerving van de huidskleur. Analyse van voorbeelden met afwijkende getallenverhouding in de <math>F_2</math> kan leiden tot inzicht in cryptomerie. Hierbij is het inzicht dat meerdere genenparen betrokken zijn bij het tot uiting komen van een kenmerk, belangrijker dan de opsomming en het herkennen van alle vormen van cryptomerie/polygenie.</p> <p>Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67).</p>		
B54	<b>Uit de resultaten van kruisingen afleiden dat sommige genen gekoppeld zijn en dat er crossing-over (of overkruising) kan optreden.</b>	
V64	<b>Resultaten van kruisingen met gekoppelde allelen verklaren en symbolisch voorstellen.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Vertrekkend van de historische experimenten van Morgan kan men afleiden dat de overerving van gekoppelde genen andere resultaten oplevert dan de klassieke overerving volgens Mendel.</p> <p>Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67).</p>		
B55	<b>Verklaren hoe het geslacht erfelijk bepaald wordt.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Op een karyogram van een man en een vrouw kan men het verschil in één chromosomenpaar vaststellen. Bij het bespreken van het verschil tussen het X- en Y-chromosoom kan het SRY-gen als geslachtsbepalende factor aan bod komen.</p>		
B56	<b>Resultaten van kruisingen met geslachtsgebonden allelen verklaren en symbolisch voorstellen.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Door te wijzen op het verschil in lengte van de geslachtschromosomen kan men afleiden dat het aantal genen op het X- en het Y-chromosoom verschilt. De erfelijke gevolgen van bepaalde genen of hun allelen, die niet op het Y-chromosoom voorkomen, kan men bestuderen aan de hand van stambomen van families waarin geslachtsgebonden (recessieve en dominante) ziekten voorkomen.</p>		



**B57** Steunend op de erfelijkheidswetten vraagstukken oplossen en stambomen analyseren.

#### Wenken

Door het inoefenen van de verschillende overervingsmechanismen kan men een hoger beheersingsniveau bereiken. Pas als de leerlingen verschillende overervingsmechanismen onder de knie hebben, kan men overgaan op analysevraagstukken (beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypes van de nakomelingen, beredeneren van het overervingmechanisme uit de resultaten van de kruising, stamboomanalyse ...).

#### Suggesties voor practica

- Onderzoek van het overervingsmechanisme van tongrollen, bloedgroepen ...
- (virtueel) Kweken en kruisen van fruitvliegjes.

Wanneer men in een onderzoeksopdracht rond het oplossen van erfelijkheidsvraagstukken 3 AD combineert, kan men dit als een practicum beschouwen.

### 5.2.2.2 Mutaties

(ca 2 lestijden)

**B58** Het begrip genexpressie omschrijven en illustreren.

#### Wenken

Vanuit de kennis over de eiwitsynthese uit het vijfde jaar (B13) kan men genen beschrijven als de dragers van de informatie die tot uiting komt via eiwitten.

**U68** Verklaaren dat genen niet in alle cellen tot expressie komen en systemen omschrijven die genexpressie reguleren.

#### Wenken

Vertrekkende vanuit de probleemstelling dat alle cellen van een organisme dezelfde genetische informatie (genen) bezitten, maar er toch verschillende celtypen voorkomen, kan men het begrip differentiële genactivering aanbrengen. Nadien kan men genregulatie bij prokaryote en eukaryote cellen bespreken.

**B59** Mutaties en modificaties onderling vergelijken en met voorbeelden illustreren.

#### Wenken

Vanuit waarnemingen en de beschrijving van experimenten (schaalhoorns, dwerggroei bij planten) kan men afleiden dat bepaalde kenmerken ontstaan zijn door modificaties en niet door mutaties.

Voor de vergelijking kan men zich baseren op de overerfbaarheid, de oorzaak en de gerichtheid van de verandering. Men wijst er ook op dat mutaties niet alleen negatieve gevolgen hebben, maar ook neutraal of positief kunnen zijn (link evolutie B79).

Met het bespreken van de historische proeven van Bonnier kan men AD7 ook illustreren.



**B60** Genoom-, chromosoom- en genmutaties omschrijven en met voorbeelden illustreren.

**Wenken**

Als voorbeelden voor genoom-, chromosoom- en genmutaties kan men voor menselijke genetische aandoeningen kiezen (AD9). Voor de microscopisch zichtbare mutaties kan men van karyogrammen vertrekken.

Eventueel kan men al de link leggen met biotechnologie (B73) door STR's als voorbeeld van chromosoommutaties te gebruiken.

**B61** Oorzaken van mutaties opnoemen.

**Wenken**

Het opsommen van mogelijke mutagene factoren (hoogenergetische stralingen, mutagene stoffen, virussen) uit het leefmilieu en het illustreren met een voorbeeld is voldoende. Verder kan men hierbij benadrukken dat sommige mutaties door toevallige fouten kunnen ontstaan die niet gelinkt zijn aan omgevingsfactoren.

Het spreekt voor zich dat men hier de link legt met AD9 gezondheid.

### 5.2.3 Evolutie

(ca 7 lestijden)

**B62** Argumenten geven voor biologische evolutie.

**Wenken**

Men kan aan de hand van didactisch materiaal (figuren, foto's) met een paar voorbeelden aantonen dat verschillende wetenschappelijke disciplines (anatomie en embryologie, paleontologie, biochemie en moleculaire biologie, ecologie en ethologie ...) argumenten kunnen aanreiken om de evolutietheorie te ondersteunen. Het is niet de bedoeling van hier een zeer uitgebreide opsomming te geven.

**Suggesties voor practica**

- Vergelijkende studie van skeletten (zoogdieren, vogels ...), preparaten of schema's.
- Studiebezoek aan wetenschappelijk museum, de zoo ...

**B63** De evolutie van soorten verklaren volgens de theorie van de Lamarck en Darwin.

**Wenken**

Men kan de theorieën van de Lamarck en Darwin onderling vergelijken en confronteren met de huidige kennis over mutaties en modificaties. Men wijst er ook op dat hun theorieën ontstonden voor het werk van Mendel gepubliceerd werd.

Deze doelstelling leent zich goed om te illustreren dat biologie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD7).



**B64** Met de hedendaagse opvattingen over evolutie **verklaren** hoe soorten kunnen veranderen en nieuwe soorten kunnen ontstaan.

#### Wenken

De oorspronkelijke ideeën rond evolutie breidt men uit met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift. Het inzicht dat adaptatie geen doelgerichte aanpassing (modificatie) is maar het aangepast zijn aan het milieu met evolutionair voordeel (variatie of mutatie), is noodzakelijk om het mechanisme van evolutie goed te begrijpen. Men benadrukt dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op het niveau van het individu.

**V79** Het ontstaan van het leven op aarde **situëren in de tijd** en de evolutie van levensvormen aan de hand van de moderne evolutietheorie **verklaren**.

#### Wenken

Het ontstaan van het leven en de opkomst van pro- en eukaryoten kan men hier beknopt beschrijven en op de geologische tijdschaal situeren. Die tijdschaal behandelt men ook in het vak aardrijkskunde.

De evolutie van fauna en flora, gesitueerd op de geologische tijdschaal, kan men koppelen aan argumenten die de evolutiegedachte steunen.

**B65** Het proces van de **hominisatie toelichten**.

**B66** **Criteria hanteren** die toelaten fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen.

#### Wenken

Men legt verbanden tussen de morfologische veranderingen die optreden en de stappen in het menswordingsproces. Ook de oorzaak van de veranderingen kunnen aan bod komen. Het is niet de bedoeling om in te gaan op alle vormen van Hominidae en hun morfologische kenmerken. Enkele grote stappen volstaan (rechttop lopen, werktuigen gebruiken, de ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, het ontstaan van taal en cultuur (dodencultus)). De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig ontdekt men nog nieuwe fossielen die het opstellen van verwantschapsbomen tot een ingewikkelde puzzel maken.

#### Suggesties voor practica

- Vergelijkende studie van skeletten en schedels (modellen, figuren, digitale 3D-modellen ...).
- Interpreteren van verspreidingskaarten van mensachtigen/voorouders.

## 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, met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, is een must. Mogelijkheid tot projectie (beamer met computer) 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. Hierbij moeten voorzieningen aanwezig zijn voor afvoer van schadelijke dampen en gassen.

Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.

Op geregelde tijdstippen is een vlotte toegang tot een open leercentrum en/of multimediasklas 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 items toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3). 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, reageerbuizen en reageerbuisrekken, erlenmeyers
  - pipetten, petrischalen (in glas of wegwerpmateriaal)
- Beeldmateriaal: foto's, wandplaten
- Driedimensionale modellen (al of niet digitaal)
- Organismen in de klas
- Ingesloten micropreparaten

### 6.3.2 Toestellen

- Microscopen: leerlingenmicroscopen voorzien van immersielens 100x (minstens één per twee leerlingen)
- Stereo-demonstratiemicroscoop ( eventueel met projectiemogelijkheid)
- Warmwaterbad
- Thermometers
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)
- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
- Koelkast met diepvriesvak

### 6.3.3 Hulpmiddelen bij experimenten en observaties

- Elementair microscopiemateriaal (draagglazen, dekglasjes)
- Dissectiemateriaal o.a. scharen, pincetten, scalpels, naalden
- Dialysemembraan
- Chemicaliën:
  - Kleurstoffen
  - Herkenningsmiddelen voor organische verbindingen (suikers, eiwitten ...)
  - Enzymen
  - Sachariden
  - Solventen

#### 6.3.4 *Specifiek voor microbiologie*

- Entnaalden,
- (steriele) Petrischalen
- Broedstoof
- Autoclaaf (of stoompot)
- Entmateriaal
- Microgolfoven (suggestie)
- Voedingsbodems
- Antibiotica en ontsmettingsmiddelen

#### 6.4 Veiligheid en milieu

- Voorziening voor correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Persoonlijke beschermingsmiddelen: beschermkledij (labojassen); veiligheidsbrillen; handschoenen; oogdouche of oogspoelflessen; pipetvullers
- Recentste versie van brochure 'Chemicaliën op school' (<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>)



## 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:

- Door microscopisch onderzoek ... vergelijken
- Op ... beeldmateriaal ... aanduiden, benoemen ...
- ... omschrijven en samenhang weergeven;
- ... omschrijven en vergelijken
- (invloed van...) ... onderzoeken (en verklaren)
- Structuur herkennen en schematisch voorstellen
- Verloop beschrijven ....
- Proces lokaliseren en schematisch weergeven
- ... verklaren
- Tijdens een practicum ... vaardigheden verwerven en toepassen
- ... resultaten verklaren en schematisch/symbolisch voorstellen ...
- ... met voorbeelden illustreren

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

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

### 7.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase 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).

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.