

BIOLOGIE DERDE GRAAD ASO

**ECONOMIE-WETENSCHAPPEN, GRIEKS-WETENSCHAPPEN,
LATIJN-WETENSCHAPPEN, MODERNE TALEN-WETENSCHAPPEN,
WETENSCHAPPEN-TOPSPORT, WETENSCHAPPEN-WISKUNDE,
SPORTWETENSCHAPPEN**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/011
Vervangt leerplan D/2006/0279/035 vanaf 1 september 2014



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

Inhoud

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Beginsituatie..... | 3 |
| 2 | Leerlijnen | 4 |
| 2.1 | De vormende lijn voor natuurwetenschappen..... | 5 |
| 2.2 | Leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad | 6 |
| 2.3 | Leerlijn en mogelijke timing biologie voor aso-studierichtingen met pool wetenschappen..... | 10 |
| 3 | Algemene pedagogisch-didactische wenken | 14 |
| 3.1 | Leeswijzer bij de doelstellingen..... | 14 |
| 3.2 | Leerplan versus handboek | 15 |
| 3.3 | Taalgericht vakonderwijs..... | 15 |
| 3.4 | ICT..... | 16 |
| 3.5 | Dissecties als werkvorm..... | 16 |
| 4 | Algemene doelstellingen | 18 |
| 4.1 | Onderzoekend leren/leren onderzoeken..... | 19 |
| 4.2 | Wetenschap en samenleving | 21 |
| 4.3 | Gezondheid | 23 |
| 5 | Leerplandoelstellingen | 24 |
| | Eerste deel van de 3de graad | 24 |
| 5.1 | De cel | 24 |
| 5.2 | Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen | 29 |
| | Tweede deel van de 3de graad | 30 |
| 5.3 | Stof- en energieomzettingen | 30 |
| 5.4 | Homeostase | 33 |
| 5.5 | Bescherming en afweer tegen lichaamsvreemde stoffen | 34 |
| 5.6 | Voortplanting | 35 |
| | Derde deel van de 3de graad | 39 |
| 5.7 | Genetica | 39 |
| 5.8 | Ontstaan en evolutie van soorten | 43 |
| 6 | Minimale materiële vereisten..... | 45 |
| 6.1 | Infrastructuur | 45 |
| 6.2 | Uitrusting | 45 |
| 6.3 | Basismateriaal | 45 |
| 7 | Evaluatie | 47 |
| 7.1 | Inleiding | 47 |
| 7.2 | Leerstrategieën | 47 |
| 7.3 | Proces- en productevaluatie | 47 |
| 8 | Eindtermen..... | 48 |
| 8.1 | Eindtermen voor de basisvorming..... | 48 |
| 8.2 | Specifieke eindtermen wetenschappen 3de graad (SET)..... | 50 |

1 Beginsituatie

Het leerplan wordt gerealiseerd in volgende studierichtingen van het aso:

Economie - Wetenschappen

Grieks - Wetenschappen

Latijn - Wetenschappen

Moderne talen - Wetenschappen

Wetenschappen - Topsport

Wetenschappen - Wiskunde

Sportwetenschappen

Gedifferentieerde beginsituatie

Als de 2de graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er van uitgaan dat de leerling die start in één van bovenstaande studierichtingen interesse heeft voor natuurwetenschappen. 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 van het aso gevolgd:

- Studierichtingen met **1-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Economie, Grieks, Grieks-Latijn, Humane wetenschappen, Latijn.*
- Studierichtingen met **2-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Wetenschappen, Wetenschappen-topsport en Sportwetenschappen.*

Leerlingen die uit de studierichting *Wetenschappen, Wetenschappen-topsport* of *Sportwetenschappen* komen, hebben bepaalde wetenschappelijke inzichten op een hoger beheersingsniveau verworven en meer ervaring opgedaan in het onderzoekende aspect van wetenschappen. Dit komt in de 2de graad tot uiting in:

- De doelstellingen: de algemene doelstellingen 'Onderzoekend leren/leren onderzoeken' en sommige leerplandoelstellingen streven een hoger beheersingsniveau na.
- Het aantal uur practica per leerjaar en per wetenschapsvak: 7 u in de richting *Wetenschappen, Wetenschappen-topsport* en *Sportwetenschappen* tegenover 2u in de andere studierichtingen.
- De aanpak van de practica: in *Wetenschappen, Wetenschappen-topsport* en *Sportwetenschappen* moeten verschillende deelaspecten van de onderzoekscompetentie op een geïntegreerde manier aan bod komen. In de andere studierichtingen spreken we van leerlingenexperimenten waarbij vooral de nadruk ligt op het uitvoeren van het experiment en niet zozeer op de verschillende deelaspecten van de onderzoekscompetentie.
- Verslaggeving: in *Wetenschappen, Wetenschappen-topsport* en *Sportwetenschappen* is verslaggeving bij een experiment verplicht, in de andere studierichtingen kan de rapportering beperkt zijn.

Om de gedifferentieerde beginsituatie van de leerlingen goed te kennen is het dan ook belangrijk om de leerplannen van de 2de graad grondig door te nemen.

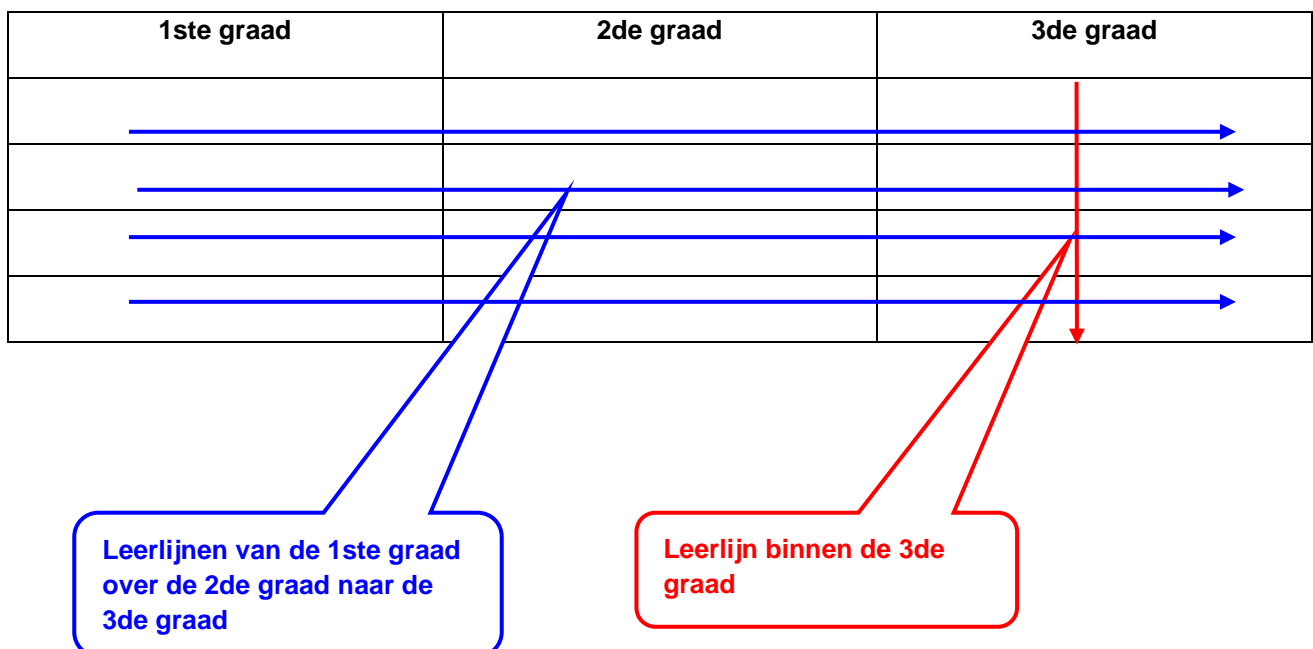
2 Leerlijnen

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 3de graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
- **De leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
- **De leerlijn biologie binnen de 3de graad aso** 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!**



2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Basisonderwijs | Wereldoriëntatie: exemplarisch <i>Basisinzichten ontwikkelen in verband met verschijnselen in de natuur</i> | |
| 1ste graad (A-stroom) | Natuurwetenschappelijke vorming <i>Inzicht krijgen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag, experiment, waarnemingen, besluitvorming</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Natuurwetenschappelijke vorming waarbij de levende natuur centraal staat maar waarbij ook noodzakelijke aspecten van de niet-levende natuur aan bod komen ▪ Beperkt begrippenkader ▪ Geen formuletaal (tenzij exemplarisch) | |
| 2de graad | <p style="text-align: center;">↓</p> Natuurwetenschappen <i>Wetenschap voor de burger</i> <p>In sommige richtingen van het tso (handel, grafische richtingen, stw...) en alle richtingen van het kso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Basisbegrippen ▪ Contextuele benadering (conceptuele structuur op de achtergrond) | <p style="text-align: center;">↓</p> Biologie/Chemie/Fysica <i>Wetenschap voor de burger, wetenschapper, technicus...</i> <p>In sommige richtingen van het tso (techniek-wetenschappen, biotechnische wetenschappen...) en in alle richtingen van het aso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Basisbegrippen ▪ Conceptuele structuur op de voorgrond (contexten op de achtergrond) |
| 3de graad | <p style="text-align: center;">↓</p> Natuurwetenschappen <i>Wetenschap voor de burger</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ In sommige richtingen van aso, tso en kso ▪ Contextuele benadering | <p style="text-align: center;">↓</p> Biologie/Chemie/Fysica <i>Wetenschap voor de wetenschapper, technicus...</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ In sommige richtingen van tso en aso ▪ Conceptuele structuur (contexten op de achtergrond) |

2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad

De inhoud van **biologie** staan in het **vet** gedrukt. Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega's van de 2de graad nodig, ook wat betreft de invulling van de practica en de keuze van demo-proeven.

| Leerlijn | 1ste graad | 2de graad | 3de graad (pool wetenschappen) |
|----------------|---|---|---|
| Materie | <p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen - De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengsels en zuivere stoffen - Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte - Massa en volume - Uitzetten en inkrimpen <p><u>Faseovergangen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kwalitatief <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel | <p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Moleculen - Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen) - Snelheid van deeltjes en temperatuur <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid - Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip - Chemische bindingen - Formules - Molaire massa en molbegrip - Enkelvoudige en samengestelde - Stoffklassen - Thermische uitzetting <p><u>Faseovergangen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kritisch punt, tripelpunt, toestandsdiagram - Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische reacties – reactievergelijkingen - Reactiesnelheid: kwalitatief - Reactiesoorten: ionenuitwisseling en elektronenoverdracht - Oplosproces in water | <p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem - Isotopen <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruimtelijke bouw - Lewisstructuren - Polaire-apolaire - Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren) - Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden - Geleiders, isolatoren, Wet van Pouillet, temperatuursafhankelijkheid van weerstanden <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoichiometrie - Reactiesnelheid kwantitatief - Chemisch evenwicht - Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, reactiesoorten in de koolstofchemie - Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties - Radioactief verval |

| | | | |
|-------------------------------|--|--|--|
| Snelheid, kracht, druk | <p><u>Snelheid</u> - Kracht en snelheidsverandering</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Magnetische - Elektrische - Mechanische</p> | <p><u>Snelheid</u> - Als vector - Van licht - Kinetische energie</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Kracht is een vectoriële grootte - Krachten met zelfde aangrijpingspunt samenstellen en ontbinden - Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Contactkrachten en veldkrachten - Zwaartekracht, gewicht - Veerkracht</p> <p><u>Druk</u> - Bij vaste stoffen - In vloeistoffen - In gassen (m.i. v. de gaswetten)</p> | <p><u>Snelheid</u> - Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal - Golfsnelheden</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Kracht als oorzaak van EVRB - Centripetale kracht bij ECB - Onafhankelijkheidsbeginsel - Beginselen van Newton - Harmonische trillingen (veersysteem en slinger)</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht, intra- en intermoleculaire krachten - Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht - Gravitatiekracht, gravitatieveld - De vier fundamentele wisselwerkingen</p> |
| | Energie | <p><u>Energievormen</u> - Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</p> <p><u>Energieomzettingen</u> - Fotosynthese</p> <p><u>Transport van energie</u> - Geleiding - Convectorie - Straling</p> <p><u>Licht en straling</u> - Zichtbare en onzichtbare straling</p> | <p><u>Energievormen</u> - Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</p> <p><u>Energieomzettingen</u> - Arbeid, energie, vermogen berekenen - Wet van behoud van energie - Energiedoorstroming in ecosystemen - Exo- en endo-energetische chemische reacties</p> <p><u>Licht en straling</u> - Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen</p> |

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

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

2.3 Leerlijn en mogelijke timing biologie voor aso-studierichtingen met pool wetenschappen

Het leerplan biologie is een graadlerplan voor drie graaduren. Indien de school kiest voor een vierde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen om een keuze te maken uit de uitbreidingsdoelstellingen (U) in dit leerplan.

Er worden **minimum 6 lestijden practica** uitgevoerd over de graad, **aansluitend bij de leerplandoelstellingen die er zich toe lenen**. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lestijd in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 6 lestijden voorzien over de graad. Indien de school kiest voor een vierde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen 3 extra lestijden practica binnen de graad te realiseren. Sommige practica kunnen over meerdere lestijden gespreid worden. Alle practica resulteren in een verslag, waarin minstens drie deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode aan bod komen. Bij 'didactische wenken' worden practica en onderzoeksopdrachten toegelicht die leerplandoelstellinggericht zijn (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

Timing voor drie graaduren

Onderstaande timing is niet bindend maar geeft een idee van de tijd die nodig en voldoende is om de verschillende leerinhouden te behandelen.

De leerplandoelstellingen en leerinhouden zijn verdeeld in 3 delen van circa 25 lestijden. Op die manier vinden scholen die kiezen voor 1u/2u of voor 2u/1u een aangepaste timing terug. Hierbij is rekening gehouden met de tijd die nodig is om de practica uit te voeren en de evaluatie te realiseren.

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 met een toenemende moeilijkheidsgraad.

| Thema's | Concepten | Lestijden |
|--|--|------------|
| 3de graad (drie graaduren) – 75 lestijden per graad (inclusief toetsen en 6 lestijden practica) | | |
| Deel 1 - 25 lestijden (inclusief toetsen en ca 4 lestijden practica) | | |
| De cel | • Functionele morfologie van de cel | 10u |
| | • Biochemische stoffen in organismen | 5u |
| | • Processen van stofuitwisseling tussen cellen en het milieu | 5u |
| Stof - en energie-omzettingen | • Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen | 5u |

| Deel 2 - 25 lestijden (inclusief toetsen en ca 2 lestijden practica) | | |
|--|---|----|
| Stof - en energie-omzettingen | • Stof- en energieomzettingen bij autotrofe en heterotrofe organismen | 3u |
| | • Stof- en energieomzettingen bij aerobe en anaerobe ademhaling | 4u |
| Voortplanting | • Biologische betekenis van de voortplanting | 9u |
| | • Genetisch materiaal en celdelingen | |
| | • Voortplanting bij de mens | 9u |
| Deel 3 - 25 lestijden (inclusief toetsen) | | |
| Genetica | • Chromosomale genetica | 8u |
| | • Moleculaire genetica | 3u |
| | • Modificaties en mutaties | 4u |
| | • Gentechnologie | 4u |
| Ontstaan en evolutie van soorten | | 6u |

Timing voor vier graaduren

De leerplandoelstellingen en leerinhouden zijn verdeeld in 2 delen van circa 50 lestijden. De uitbreidingsdoelstellingen (U) omvatten circa 25 lestijden inclusief 3 lestijden extra practica. Een uitbreidingsdoelstelling hoort niet noodzakelijk bij een basisdoelstelling. De uitbreidingsdoelstellingen kregen doorheen het leerplan een aparte nummering: U1, U2...

Indien de school kiest voor een vierde graaduur biologie dan wordt er sterk aanbevolen om een keuze te maken uit de uitbreidingsdoelstellingen en verdiepingsdoelstellingen van dit leerplan.

| Thema's | Concepten | Lestijden |
|---|--|------------|
| 3de graad (vier graaduren) – 100 lestijden per graad (inclusief toetsen en 9 lestijden practica) | | |
| Deel 1 - 50 lestijden (inclusief toetsen en 7 lestijden practica) | | |
| De cel | <ul style="list-style-type: none"> • Functionele morfologie van de cel | 10u +1u |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Biochemische stoffen in organismen | 5u |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Processen van stofuitwisseling tussen cellen en het milieu | 5u +1u |
| Stof- en energieomzettingen | <ul style="list-style-type: none"> • Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen | 5u |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Stof- en energieomzettingen bij autotrofe en heterotrofe organismen | 3u |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Stof- en energieomzettingen bij foto- en chemoautotrofe organismen (U) | 4u |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Stof- en energieomzettingen bij aerobe en anaerobe ademhaling | 4u |
| Homeostase | <ul style="list-style-type: none"> • Homeostase (U) | 6u |
| Immuniteit | <ul style="list-style-type: none"> • Bescherming en afweer tegen lichaamsvreemde stoffen (U) | 6u |

Deel 2 - 50 lestijden (inclusief toetsen en 2 lestijden practica)

| | | |
|---|--|-----------|
| Voortplanting | • Biologische betekenis van de voortplanting | 9u |
| | • Genetisch materiaal en celdelingen | |
| | • Voortplanting bij de mens | 9u |
| | • Seksueel overdraagbare aandoeningen (U) | |
| Genetica | • Chromosomale genetica | 8u |
| | • Moleculaire genetica | 3u +1u |
| | • Modificaties en mutaties | 4u |
| | • Populatiegenetica (U) | 2u |
| | • Gentechnologie | 4u +2u |
| Ontstaan en evolutie van soorten | • Argumenten voor biologische evolutie | 6u |
| | • Evolutietheorieën | |
| | • Evolutie van de mens | |
| | • Evolutie van organismen (U) | 2u |

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 leerplandoelstellingen 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... Ook de algemene doelstellingen (AD1, AD2...) behoren 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 V20 ook een basisdoelstelling B20. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomend houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

In dit leerplan zijn ook **uitbreidingsdoelstellingen** geformuleerd. De uitbreidingsdoelstellingen (U) omvatten een extra leerinhoud voor circa 25 lestijden. De uitbreidingsdoelstellingen geven een extra ondersteuning voor het wetenschappelijke profiel en geven een extra houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger wetenschappelijk onderwijs. De uitbreidingsdoelstellingen zijn niet verplicht te realiseren. Ze horen niet noodzakelijk bij een basisdoelstelling en kregen een aparte nummering: U1, U2...

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 demoxperimenten' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

Link met 1ste/2de graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen al geleerd hebben in de voorgaande graden. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen. In 2.2 worden de inhoudelijke leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad vermeld. De inhouden voor biologie zijn **vet** aangeduid.

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.

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke opdrachten voor practica vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten. Er worden ook suggesties voor demonstratiepractica gegeven.

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, toelichten, berekenen, ...). Sommige doelstellingen bepalen welke leerstrategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- Op elektronenmicroscopisch beeldmateriaal en op afbeeldingen... herkennen en benoemen...
- Gelijkenissen en verschillen... verwoorden
- Schematisch... weergeven en verklaren...
- Experimenteel vaststellen en verklaren...
- Aan de hand van voorbeelden... illustreren... toelichten...
- Functionele verbanden leggen...
- De chemische structuur herkennen...
- ...vergelijken...
- Begrippen... verduidelijken door verbanden te leggen
- Noodzaak van... verwoorden...
- Factoren... bespreken...
- ...afleiden uit resultaten...

Bij het uitwerken van lessen, het gebruik van een handboek en het evalueren moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen. De leerkracht moet er in het bijzonder over waken dat ook de algemene doelstellingen (AD) gehaald 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: 3D-modellen tot vlakke voorstellingen, projectie van lichtmicroscopische opnames, elektronenmicroscopische foto's, orgaan- en celmodellen;
 - videofilmpljes en animaties: celfysiologische processen, celdeling, embryonale ontwikkeling;
 - 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 geoefend 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.

4 Algemene doelstellingen

Het leerplan biologie is een **graadleerplan** voor **drie graduren**. Indien de school kiest voor een vierde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) en verdiepingsdoelstellingen (V) van dit leerplan te realiseren.

Er worden minimum 6 lestijden practica uitgevoerd over de graad **aansluitend bij de leerplandoelstellingen die er zich toe lenen**. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lestijd in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 6 lestijden voorzien over de graad. Indien de school kiest voor een vierde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen 3 extra lestijden practica binnen de graad te realiseren. Sommige practica kunnen over meerdere lestijden gespreid worden.

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen, die aansluiten bij een leerplandoelstelling of groep leerplandoelstellingen, worden vermeld bij de wenken (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

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

Realiseren van de onderzoekscompetentie binnen de pool wetenschappen

De pool wetenschappen bestaat uit de vakken biologie, chemie en fysica in 2de en de 3de graad, aangevuld met aardrijkskunde in de 3de graad. De onderzoekscompetentie moet worden gerealiseerd voor de pool.

In de leerplannen wetenschappen van zowel de **2de** als de **3de graad** zijn de specifieke eindtermen onderzoekscompetentie verwerkt in de algemene doelstellingen **AD 1 t.e.m. AD 5**. Hierdoor wordt erover gewaakt dat er in **alle leerjaren (van 1ste leerjaar van de 2de graad t.e.m. het 2de leerjaar van de 3de graad) aan de onderzoekscompetentie wordt gewerkt**. Zowel de practica als de demonstratie-experimenten lenen zich tot realisatie van deelaspecten van de onderzoekscompetentie.

De uiteindelijke realisatie van de onderzoekscompetentie mondt in **de loop van de 3de graad** uit in een **'zelfstandig integraal onderzoekje'** in minstens één van de natuurwetenschappelijke vakken **of** vakoverschrijdend tussen de natuurwetenschappelijke vakken.

Met 'zelfstandig integraal onderzoekje' bedoelen we een zelfstandig onderzoekje (alleen of in kleine groepjes van 2 of 3 leerlingen) waarbij alle deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode zoals verwoord in 4.1 op een geïntegreerde wijze aan bod komen.

4.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de 'natuurwetenschappelijke methode' toe te passen. In essentie is dit een probleemherkende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactische aanpak o.a. via demonstratie-experimenten, tijdens het uitvoeren van practica, tijdens 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 verslaggeving verplicht volgens de wenken bij AD5.**

Met deelaspecten bedoelen we:

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

In de 2de graad werd sterk begeleid aan deze deelaspecten (algemene doelstellingen) gewerkt. In de 3de graad streven we naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

| Nummer algemene doelstelling | Verwoording doelstelling | Wenken | Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8) |
|---|--|--------|--|
| AD1 | ONDERZOEKSVRAAG Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren. | | W1, W2, W4, SET 29 |
| <p>Wenken</p> <p>Het is belangrijk dat hierbij 'onderzoekbare vragen' worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.</p> <p>Het formuleren van onderzoeksvragen en hypothesen kan geïntegreerd worden in de lesdidactiek bv. bij (demo-)proeven en onderwijsleergesprek.</p> | | | |
| AD2 | INFORMEREN Voor een onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen. | | W3, W4, SET29 |
| <p>Wenken</p> <p>Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Mogelijke bronnen zijn: boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi... al of niet digitaal beschikbaar. Bij de rap-</p> | | | |

portering worden de gebruikte bronnen weergegeven.

AD3

UITVOEREN

Met een geschikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.

W4, W5,

SET30

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/geschikte methode te gebruiken en te evalueren;
- aangereikte/geschikte methode aan te passen aan het beschikbaar materieel;
- aangereikte/geschikte 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 correct hanteren: glaswerk, meetapparatuur (pH-meter, balansen...)
- 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.

W1, W2,

W3, W4,

SET31

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?

| | | |
|--|---|-------------------------|
| AD5 | RAPPORTEREN Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren. | W1, W3, W4, SET31 |
| <p>Wenken</p> <p>Rapporteren kan door:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden; • samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven; • alleen of in groep verslag uit te brengen van vooraf aangegeven rubrieken; • alleen of in groep te rapporteren via een poster. <p>Rapporteren kan variëren van GESTUURD naar MEER OPEN.</p> <p>Met gestuurd rapporteren bedoelen we:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Met meer open rapporteren bedoelen we:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Reflecteren en rapporteren zijn processen die elkaar beïnvloeden en waarvan de chronologische volgorde niet strikt te bepalen is.</p> | | |

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 2de 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, genderverschillen.

| | | |
|--|--|--|
| AD6 | MAATSCHAPPIJ De wisselwerking tussen biologie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren. | W6, W7, SET25, SET26, SET27, SET28 |
| <p>Wenken</p> <p>In de 2de graad komen ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de 3de graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.</p> <p>De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen op de maatschappij.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wetenschappers wenden technieken aan die op biologische inzichten zijn gebaseerd zoals: <ul style="list-style-type: none"> - kennis van DNA-technologie vindt zijn toepassingen o.a. bij het opsporen van erfelijke aandoeningen, forensisch onderzoek, opsporen van GGO's; - kennis van microbiologische technieken vindt zijn toepassingen o.a. bij voedselbereiding, waterzuivering; | | |

- kennis van de eigenschappen van biomoleculen eiwitten, suikers en vetten wordt aangewend in de (voedings-)industrie o.a. bij de productie van wasmiddelen, light-producten, omega-vetten;
 - biotechnologische toepassingen zijn o.a. productie van medicijnen, vaccins, enzymen, GGO's;
 - kennis van het mechanisme van voortplanting heeft anticonceptie en medische geassisteerde voortplanting mogelijk gemaakt.
- De ontwikkeling van wetenschap wordt vaak gestimuleerd vanuit economisch oogpunt.
 - Biotechbedrijven gebruiken bio- en gentechnieken om afgeleide producten te ontwikkelen en zo een biotech-economie uit te bouwen.
 - (Nieuwe) technieken worden gebruikt om tot biologische inzichten te komen zoals:
 - gebruik van kleurstoffen en radioactieve tracers bij fundamenteel wetenschappelijk en medisch onderzoek;
 - geavanceerde elektronenmicroscopische technieken leiden tot een groter inzicht in de structuur van cellen, celorganellen en moleculen.
 - Bij de ontwikkeling van nieuwe technologische toepassingen is een maatschappelijk debat belangrijk. Sommige toepassingen zijn onmisbaar, andere zijn omstrede en beïnvloeden het ethisch denken en handelen van de mens. De bio- en gentechnieken moeten dus vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden.

De volgende breed maatschappelijke aspecten kunnen aan bod komen:

- de gevolgen en implicaties van de (mogelijke) toegang tot informatie uit genetische testen (privacy, recht op weten, omgaan met kansen, belang van counseling, embryoselectie);
- het winstbejag van de biotechbedrijven en de implicaties hiervan voor derde wereldlanden;
- de keuzevrijheid van producent en consument en de verantwoordelijkheid van beide t.o.v. milieu en gezondheid;
- de gevolgen van het gebruik van therapeutisch en reproductief klonen, van prenatale/genetische diagnostiek, vaccinatie, verwantschapstesten, opsporen van gendefecten;
- de ontwikkeling van biobrandstoffen, het verlies van landbouwgrond voor voedingsgewassen.

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.

W7,
SET26,
SET27,
SET28

Wenken

Natuurwetenschappelijke inzichten behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties. Toenemende biologische kennis en inzicht maken de aanpassing van gevestigde theorieën noodzakelijk.

- We kunnen verduidelijken dat er natuurwetenschappelijke kennis en natuurwetenschappelijk inzicht bestaat die behoort tot de culturele ontwikkeling zoals:
 - de kennis en het inzicht van vaccinatie en immunologie;
 - de kennis van de voortplanting en het inzicht in vruchtbaarheid;
 - de kennis en het inzicht van overerving van kenmerken van generatie naar generatie;
 - de planten als basis van de voedselketen (fotosynthese);
 - het gebruik van gisten en bacteriën in biotechnologie;
 - de evolutietheorie van de Lamarck en Darwin;
 - de synthetische en moderne evolutietheorie.
- We kunnen voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen die een plaats krijgen in de culturele en maatschappelijke context zoals:
 - de historische experimenten van Mendel, Morgan;
 - ontdekking van het DNA door Watson, Crick en Francklin;
 - het Human genome project;
 - 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 grondstoffen, energie, biotechnologie, biodiversiteit en het leefmilieu. | W4, W6, SET24 |
|-----|---|------------------|

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 zoals het gebruik van enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare kunststoffen, waterzuivering met actief slib.

4.3 Gezondheid

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

Wenken

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

- preventieve aspecten van gezondheid en gezondheidszorg zoals:
 - belang van een goede lichaamshouding en lichaamsbeweging;
 - zorg besteden aan hygiëne;
 - bewust gebruik van voedingsmiddelen;
 - kritische houding tegenover gebruik van geneesmiddelen en antibiotica;
 - verantwoord gedrag t.o.v. lawaai;
 - verantwoorde houding t.o.v. genots- en pepmiddelen (alcohol, tabak...).
- wetenschappelijke inzichten in dienst van de behandeling van ziektes, afwijkingen en vruchtbaarheid zoals:
 - GGO's en productie van medicijnen;
 - soa's;
 - bloedonderzoek;
 - immuniteit;
 - genetische aandoeningen;
 - de invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van ziekten en afwijkingen (mutaties);
 - parasieten (virussen en bacteriën, prionen...);
 - kunstmatige inseminatie;
 - genetische pre-implantatie diagnostiek (PGD).

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.

Eerste deel van de 3de graad

(ca 25 lestijden)

5.1 De cel

5.1.1 Functionele morfologie van de cel

(ca 10 lestijden)

| | | |
|---|---|---|
| B1 | <p>Door vergelijkend lichtmicroscopisch onderzoek, plantaardige en dierlijke cellen en hun celstructuren waarnemen, herkennen, benoemen, tekenen en de grootte schatten.</p> | B1, W2, W3, W4, SET1, SET2, SET3, SET4, SET5, SET29, SET30, SET31 |
| B2 | <p>Door vergelijkend lichtmicroscopisch onderzoek, gelijkenissen en verschillen tussen de celtypes verwoorden.</p> | B1, W2, W3, W4, SET1, SET2, SET3, SET4, SET5, SET29, SET30, SET31 |
| <p>Wenken</p> <p>De leerlingen kunnen verschillende celtypes met hun specifieke celstructuren observeren. Vanuit een onderzoeksvraag kunnen de leerlingen de verschillen tussen plantaardige en dierlijke cellen afleiden. Tevens kunnen ze vaststellen dat de cel als morfologische basisstructuur fungeert. Het tekenen van waargenomen structuren laat toe dat leerlingen aandachtiger waarnemen en nadenken over verhoudingen. Leerlingen kunnen waarnemingen uitvoeren met de microscoop op een gekregen of een zelf gemaakt micropreparaat van plantaardige en dierlijke cellen. Bij "Leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad" staat onder de wetenschappelijke vaardigheden de leerlijn microscopie (zie 2.2) vermeld.</p> <p>Waar mogelijk, kan verwezen worden naar eigenschappen van organellen die ook op macroniveau waarneembaar zijn, zoals bv. kleur van chromo- en chloroplasten, kleurstoffen in vacuolen...</p> <p>Suggesties voor practica</p> <p>Lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken:</p> | | |

Nummerleerplandoelstelling
B = basisdoelstelling
V = verdiepende doelstelling

Verwoording doelstelling

Wenken

Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8)



- cellen van waterpest, rok van ui, aardappel, meeldraadharen van de eendagsbloem... ;
- cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang);
- vaste preparaten van weefsels niermerg, speekselklieren, talgklier, worteltopje...

De grootte van cellen kan bij benadering bepaald worden door gebruik te maken van een micrometeroculair, micrometerdekglasmaasjes of tabellen met de diameter van het microscopisch veld bij verschillende oculair- en objectiefvergrotingen.

Link met 1ste graad - NW

De leerlingen hebben in de 1ste graad in het vak Natuurwetenschappen kennis gemaakt met microscopische beelden. Een aantal leerlingen heeft tijdens de lessen NW en WW van de 1ste graad gebruik gemaakt van de microscoop.

Link met 2de graad - biologie

In de 2de graad wetenschappen krijgen de leerlingen de kans om de microscopische vaardigheden (zowel gebruik van de microscoop als interpretatie van microscopische beelden) verder in te oefenen.

De leerlingen van de 2de graad uit de niet-wetenschappelijke poolrichtingen hebben een sterk verschillende ervaring met microscopie t.o.v. de leerlingen uit de wetenschappen. Het is aangewezen hiermee rekening te houden.

| | | |
|----|---|--|
| B3 | Op elektronenmicroscopisch beeldmateriaal en op afbeeldingen van plantaardige en dierlijke cellen, de celstructuren herkennen, benoemen en de relatieve grootte schatten . | B1, W2, W3, W4 SET1, SET2, SET3, SET4, SET5, SET29, SET30 |
| B4 | Aan de hand van elektronenmicroscopisch beeldmateriaal en afbeeldingen van plantaardige en dierlijke cellen, de gelijkenissen en verschillen tussen de celtypes verwoorden. | B1, W2, W3, W4 SET1, SET2, SET3, SET4, SET5, SET29, SET30 |
| B5 | Functies van de celstructuren verwoorden, functionele verbanden leggen tussen deze celstructuren en de aanwezigheid van deze celstructuren in verband brengen met het celtype. | B1, W3, W4, SET3, SET11 |
| B6 | Gelijkenissen en verschillen tussen prokaryote en eukaryote cellen verwoorden en herkennen . | B1, W2, W3, W4, SET1, SET2, SET3, SET5 |
| B7 | De moleculaire bouw van een biomembraan schematisch weergeven , de verschillende moleculen benoemen en de functies van deze moleculen in de membraan beschrijven . | B1, B2 SET1, SET2, SET3, SET4, SET5 |

Wenken

Elektronenmicroscopisch beeldmateriaal van cellen van prokaryoten en verschillende types van plantaardige en dierlijke eukaryote cellen kunnen gebruikt worden om deze doelstellingen te realiseren.

Driedimensionale afbeeldingen en modellen van cellen en celorganellen helpen om de leerlingen te laten inzien dat cellen/celorganellen driedimensionaal zijn. Schaal aanduidingen op de afbeeldingen laten toe om via metingen de grootte van de organellen en hun onderdelen bij benadering te bepalen. Ze helpen om inzicht te verwerven in de functies en de samenhang van celorganellen waardoor een cel autonoom

haar levensfuncties kan vervullen.

Om de band met de werkelijkheid niet te verliezen, is het belangrijk om hier de aandacht te vestigen op de plaats van de cel en de celorganellen binnen de reeks van organisatie niveaus: biosfeer – ecosysteem – populatie – organisme – stelsel – weefsel – cel – celorganel – molecule – atoom.

Volgende celstructuren worden bestudeerd: kern, mitochondriën, chloroplasten, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, Golgiapparaat, cytoskelet, centrosoom/centriolen, celmembraan en celwand.

Het is niet de bedoeling diep in te gaan op de chemische structuur van de moleculen in de biomembranen. Het is wel belangrijk dat de leerlingen de biologische functie van de membraancomponenten kennen. De membraancomponenten die aan bod komen zijn o.a. fosfolipiden, cholesterol, perifere (herkennings-) eiwitten, transmembraaneiwitten en de glycocalix. De structuur van vetten en eiwitten kan hier behandeld worden. Concrete voorbeelden zijn: eiwitten- en suikerketens in het membraan van de rode bloedlichaampjes, membraaneiwitten van het HLA-systeem, de beschadigde glycocalix bij kankercellen. Ionenpompen, tunneleiwitten, carriers, hormoonreceptoren kunnen hier en bij de bespreking van het transport in en tussen cellen aan bod komen.

Suggesties voor practica

- Elektronenmicroscopische structuur van cellen en celorganellen vergelijken op beeldmateriaal.

Toelichting voor de leraar ‘lichtmicroscopisch – elektronenmicroscopisch en submicroscopisch’

Pas na de uitvinding van de elektronenmicroscoop (1933) werd het mogelijk om meer te weten te komen over de submicroscopische structuur van de cel. Submicroscopisch betekent “onder de waarneembaarheids grens van een lichtmicroscoop”.

Hier kan het begrip “scheidend vermogen van een optisch toestel” toegelicht worden.

De waargenomen deeltjes zijn zo klein, dat ze met een lichtmicroscoop niet kunnen worden geobserveerd. De elektronenmicroscoop wordt gebruikt voor de waarneming van celorganellen, celstructuren.

De term submicroscopisch is omvangrijker dan de term elektronenmicroscopisch en kan ook gebruikt worden voor de weergave van celorganellen tot het niveau van atomen.

Link met het leerplan biologie van de 2de graad

In leerplandoelstelling B58 (leerplan biologie niet-wetenschappen) en B71 (leerplan biologie wetenschappen) komt het verschil tussen prokaryote en eukaryote cel aan bod.

5.1.2 Biochemische stoffen in organismen

(ca 5 lestijden)

| | | |
|----|---|--------------------------|
| B8 | De chemische structuur van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïnezuren herkennen en eenvoudig voorstellen . | B2, W3, SET1, SET4, SET5 |
| B9 | Het belang van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïnezuren, anorganische ionen, water en gassen voor het metabolisme toelichten . | B2, W3 |
| U1 | Plantaardig en dierlijk materiaal experimenteel onderzoeken op aanwezigheid van organische en anorganische bestanddelen. | B2, SET29, SET30, SET31 |

Wenken

Organische stoffen (biomoleculen) worden zowel in chemie als biologie behandeld maar vanuit een andere invalshoek (zie hieronder: link met chemie). Op die manier wordt bij leerlingen een totaal in- en overzicht gerealiseerd.

Om het belang van de biomoleculen voor de celstructuur en het metabolisme van de cel te bespreken is het niet nodig om van de verschillende sachariden, lipiden, proteïnen gedetailleerde structuurformules weer te geven. Een eenvoudige maar betekenisvolle symbolische voorstelling van de organische bouwstenen en van de opbouw en de vorming van de biopolymeren is voldoende. Het is wel belangrijk om bij de schematische voorstellingen de link naar de structuurformules niet uit het oog te verliezen.

De volgende onderwerpen kunnen hier en in de loop van de realisatie van het leerplan uitgebreider en in verschillende contexten aan bod komen:

- de structuur van de belangrijkste monosachariden en polysachariden en het belang van de suikers als energiereserve;
- het onderscheid tussen verzadigde en onverzadigde vetzuren (carbonzuren) en het belang van de vetten als voedingscomponent;
- de vorming van triglyceriden en het belang van fosfolipiden in de opbouw van het membraan;
- de driedimensionale opbouw van eiwitten uit aminozuren (primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire);
- het belang van de 3D-structuur van eiwitten voor de enzymwerking bij metabolische processen zoals vertering, eiwitsynthese, celademhaling, spierwerking;
- rol van eiwitten als bouwsteen;
- rol van eiwitten immuniteit, herkenning en transport;
- het belang van hormooneiwitten en steroïden in tal van fysiologische processen;
- concrete voorbeelden van de rol van anorganische ionen, water en gassen.

Een uitgebreide behandeling van de kernzuren (nucleïne-zuren) DNA en RNA volgt bij de leerplandoelstelling B23.

De behandeling van leerplandoelstelling B17 (ATP en waterstofoverdragers) kan eventueel hier ook al gebeuren.

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen

- Chemische samenstelling van organismen:
 - kwalitatieve bepalingen: aantonen van sachariden, glucose, zetmeel en glycogeen, eiwitten, vetten water, ionen (elementen);
 - kwantitatieve bepalingen van het gehalte water, droge stof en as.
- Positieve en negatieve resultaten uit herkenningreacties en controleproeven vergelijken en interpreteren. Cijfergegevens uit de literatuur maken interessante aanvullingen mogelijk.

Link met het leerplan chemie in de 2de graad

Enkel de leerlingen die in de 2de graad Wetenschappen volgden hebben kennis van de stofklasse van alcoholen en carbonzuren. Het is aangewezen hiermee rekening te houden.

Link met het leerplan chemie in de 3de graad

In de loop van het van het 1ste leerjaar van de 3de graad jaar worden de structuurformules van de basis-biomoleculen als toepassing van de systematiek van de organische verbindingen behandeld.

In een verdiepingsdoelstelling (vierde graaduur) wordt de link naar de biopolymeren gemaakt.

De condensatiereactie voor het ontstaan van de polymeren wordt pas op het einde van het 2de leerjaar van de 3de graad in chemie behandeld.

De betekenis van inwendige energie van een molecule en activeringsenergie komen pas bij het begin van het 2de leerjaar van de 3de graad aan bod.

5.1.3 Processen van stofuitwisseling tussen cellen en het milieu

(ca 5 lestijden)

| | | |
|-----|---|---|
| B10 | Aan de hand van voorbeelden bij een- en meercellige organismen, de noodzaak van transport van stoffen tussen cellen en hun omgeving toelichten . | W1, W2, SET13 |
| B11 | Experimenteel het transport van stoffen doorheen membranen vaststellen , het transport beschrijven en verklaren . | W1, W2, W3, W4, SET13, SET14, SET29, SET30, SET31 |
| B12 | Aan de hand van voorbeelden , passief en actief transport van stoffen doorheen een biomembraan omschrijven en factoren die dit transport beïnvloeden toelichten . | W1, W2, W3, W4, SET13, SET14 |

Wenken

In biologie wordt er onderscheid gemaakt tussen stofwisseling en stofuitwisseling. Tijdens het celmetabolisme (celstofwisseling) worden in de cel stoffen afgebroken (katabolisme) en worden er nieuwe stoffen opgebouwd (anabolisme). Om de celstofwisseling te laten gebeuren en om in leven te blijven moeten cellen stoffen doorheen het plasmamembraan transporteren. Stofuitwisseling kan zowel tussen de cellen onderling als tussen cellen en hun omgeving gebeuren.

Bij de uitwisseling van stoffen wordt er al (actief transport) dan niet (passief transport) energie verbruikt. De opname en afgifte van stoffen kan gebeuren via diffusie, osmose, met behulp van membraaneiwitten en via blaasjestransport (exo- en endocytose, pinocytose, fagocytose).

Toepassingen van transport zijn: absorptie van (voeding)stoffen in de darmepitheelcellen, afgifte van stoffen door niercellen, zenuwcellen, kliercellen, opname van stoffen door witte bloedcellen, haarwortelcellen en huidmondjes, opname en afgifte van gassen door rode bloedlichaampjes, transport van stoffen doorheen de placenta.

Experimenteel vaststellen betekent dat er vertrokken wordt vanuit een demonstratie-experiment of practicum (AD1 tot AD5). Hierbij kan gezocht worden naar het verband tussen de opnamemechanismen en de kenmerken van de biomembranen (carriers, kanaaleiwitten, ionenpompen), de kenmerken van de (bio)moleculen (grootte, lading), de viscositeit van het oplosmiddel, de temperatuur, de concentratie. Waarnemingen op levende cellen laten toe de rol van de celorganellen in deze processen te bespreken.

De osmotische waarde van het cytoplasma en osmoregulatie van aquatische organismen kunnen hier aan bod komen.

Suggesties voor demonstratie-experimenten

- Onderzoeken van de vrije diffusie van gassen in de lucht, van vaste stoffen in vloeistoffen.
- Onderzoek doen naar de invloed van de temperatuur op het diffusieproces.
- Onderzoeken van transport van stoffen met een verschillende molecuulgrootte doorheen een dialysemembraan.

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen

- Onderzoek doen naar wateropname in planten- en dierencellen:
 - osmose bij gedroogd fruit;
 - eieren zonder schaal in oplossingen met verschillende osmotische waarde;
 - microscopische observatie van plasmolyse en deplasmolyse bij plantencellen (rokvlies rode ui, helm draadharen van eendagsbloem);
 - frietenproef;

- kwantitatieve analyse:
 - bepalen van de osmotische waarde van bloed;
 - bepalen van de osmotische waarde van aardappelcellen.
- Onderzoeken van osmoregulatie bij aquatische organismen o.a. eencelligen en vissen in zoet- en zeewater, migrerende vissen als paling, zalm.
- Onderzoek doen naar toepassingen van osmoregulatie bij de mens (tranen, hongerbuikjes, bloedcellen in plasma...).

5.2 Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen

(ca 5 lestijden)

| | | |
|-----|---|---|
| B13 | Experimenteel vaststellen en verklaren dat enzymen reacties katalyseren en dat de werking van enzymen wordt beïnvloed door fysische en chemische factoren . | B2, W2, W3, W4, SET7, SET29, SET30, SET31 |
| B14 | De specifieke enzymwerking verklaren en schematisch voorstellen . | W4, SET2, SET7, |
| B15 | Aan de hand van voorbeelden, het belang van enzymatische reacties voor organismen toelichten . | W7, SET11 |

Wenken

Uit (demonstratie-)experimenten kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de snelheid van stofwisselingsreacties beïnvloeden en dat de enzymwerking door tal van factoren beïnvloed wordt.

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat enzymatische reacties dynamische processen zijn waarbij de driedimensionale bouw van het enzym een cruciale rol speelt. Het is nodig om de specifieke werking van enzymen te linken aan de biochemische structuur. Aan de hand van modellen, ICT-animaties en schematische voorstellingen, kan de moleculaire sleutel-slotwerking (induced fit) aangebracht worden.

Factoren die de enzymwerking beïnvloeden zijn o.a. temperatuur, zuurgraad, gebruik van inhibitoren, concentratie. De invloed van diverse factoren op de enzymwerking kan gesimuleerd worden met de computer.

Het begrip activeringsenergie kan in de biologie summier behandeld worden.

In de loop van de realisatie van het leerplan kan in tal van contexten de enzymwerking aan bod komen. Contexten: vertering bij de mens in het spijsverteringskanaal (noodzakelijke stap in heterotrofie), lysosomale vertering in de cel, reacties tijdens celademhaling en fotosynthese, waterstofdragers en vitamines als co-enzymen, alcoholafbraak, stofwisselingsziektes, DNA-replicatie, transcriptie en translatie, bioluminescentie bij dieren, waspoeders, leerlooierij, lenzenproduct.

Toelichting voor de leraar

Vaak heerst het misconception dat enzymen verbruikt worden tijdens de reactie en dat ze noodzakelijk zijn om de reactie te laten doorgaan. Een enzym zorgt niet dat bijvoorbeeld de hydrolyse gebeurt maar zorgt wel dat de hydrolyse reactie sneller optreedt. Enzymen spelen een rol in alle opbouw- en afbraakreacties, zij versnellen of vertragen de reacties en maken reacties mogelijk die zonder hun aanwezigheid niet zouden verlopen. Een enzym beïnvloedt de activeringsenergie van de chemische reactie (sleutel-slot). Co-enzymen (cofactoren) kunnen een rol spelen om de enzymwerking optimaal te laten verlopen.

Suggesties voor practica en demo-experimenten

Deze onderwerpen lenen zich uitstekend om AD 1 tot en met AD 5 in te oefenen en te realiseren.

- Onderzoek doen naar enzymen en factoren die de enzymwerking beïnvloeden:
 - de enzymen bevatten eiwitten;
 - het denatureren van enzymen (koken, zuurgraad...);
 - de specificiteit van enzymen (werking van amylase, pepsine...);
 - de invloed van de temperatuur op enzymwerking;
 - de invloed van de pH op de enzymwerking.
- De invloed van deze factoren op enzymatische reacties kan met real-time-metingen onderzocht worden.

Link met het leerplan chemie in de 3de graad

De werking van enzymen als biokatalysatoren kan vergeleken worden met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. MnO_2).

Activeringsenergie komt in chemie pas aan bod bij het begin van het 2de leerjaar van de 3de graad. In overleg met de collega's chemie kan de link gelegd worden naar enzymen en enzymwerking.

Tweede deel van de 3de graad

(ca 25 lestijden)

5.3 Stof- en energieomzettingen

5.3.1 Stof- en energieomzettingen bij autotrofe en heterotrofe organismen

(ca 3 lestijden) (ca 4 lestijden U)

| | | |
|-----|--|---------------------------------|
| B16 | Het verschil en de betekenis van stof- en energieomzetting bij autotrofe en heterotrofe organismen bespreken . | B2, SET6, SET11, SET12 |
| B17 | De noodzaak van energiedragers en waterstofdragers in een cel toelichten . | SET6, SET12 |

Wenken

Bij autotrofe organismen kunnen zowel zonne-energie als chemische energie gebruikt worden bij de synthese van energierijke verbindingen. Deze verbindingen vormen de voedselbron voor de heterotrofe organismen. De enzymgeleide vertering zorgt voor de afbraak van voedselbestanddelen tot voedingsstoffen die kunnen opgenomen worden in het lichaam. In de cellen wordt via verademing energie vrijgemaakt. Alle organismen slaan chemische energie op onder de vorm van ATP.

Het belang en de functie van ATP als universele biologische en bruikbare energiedrager in de cel kan met voorbeelden aangetoond worden. Waterstofdragers zijn energieoverdragers die in de cel de protonen- en elektronenbalans in evenwicht houden.

Het is echter niet de bedoeling deze reacties uitgebreid als redoxreactie te bespreken (link met chemie).

Suggestie voor onderzoeksopdracht

- Berekenen/bepalen van basaal metabolisme van de mens (BMR = Basal Metabolic Rate).
- Bepalen van de energiebehoefte bij verschillende activiteiten en in verschillende situaties.

Link met het leerplan biologie van de 2de graad

In het 2de leerjaar van de 2de graad wordt de C- en N-cyclus behandeld en komt de materie- en energiekringloop in ecosystemen aan bod. De link tussen autotrofie en heterotrofie en de rol van producenten in de voedselkringloop komt aan bod in de voedselkringloop.

Link met het leerplan chemie

- In de 2de graad worden op het einde van het 2de leerjaar de redoxreacties behandeld.
- In de 3de graad worden de redoxreacties verder uitgediept.

| | | |
|-----|---|---------------------------------|
| B18 | De stof- en energieomzettingen bij de fotosynthesereacties schematisch weergeven en situeren in de chloroplast. | B1, B2, SET6, SET11, SET12 |
| U2 | Fotolyse, fotofosforylatie en de Calvincyclus bespreken en situeren in de cel. | B1, SET6, SET12 |
| U3 | Een voorbeeld van chemosynthese bespreken. | SET6, SET11 |
| U4 | Experimenteel aantonen welke stofomzettingen bij de fotosynthese optreden en de factoren die de fotosynthese beïnvloeden onderzoeken en verklaren. | B2, W2, W3, SET29, SET30, SET31 |
| U5 | Macroscopische en microscopische structurele aanpassingen van de plant aan fotosynthese beschrijven. | SET1, SET3, SET5 |

Wenken

De fotosynthese-experimenten van de Nederlandse arts Jan Ingenhousz kunnen een uitgangspunt zijn om dit onderwerp onderzoekend aan te pakken (AD1 tot en met AD5 en AD7).

Het biochemisch proces van de fotosynthese kan met een eenvoudig schema worden weergegeven en de energetische omzettingen kunnen in functie van de lokalisatie in de cel besproken worden. Daarbij kan benadrukt worden dat de lichtonafhankelijke reacties niet kunnen doorgaan zonder de lichtafhankelijke reacties. De nadruk moet gelegd worden op de energie- en stofomzettingen. Lichtenergie wordt vastgelegd in een chemisch stof. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen allerhande reactievergelijkingen uit het hoofd leren en/of de volledige lichtafhankelijke en lichtonafhankelijke reacties kunnen reconstrueren.

De structurele aanpassingen van de chloroplast aan de intense fotosynthese-activiteit en vetoplosbare eigenschappen van de fotosynthesepigmenten kunnen behandeld worden.

De chemosynthese in nitrificerende bacteriën, ijzerbacteriën of kleurloze zwavelbacteriën kunnen hier als voorbeeld besproken worden.

Suggestie voor practica en onderzoeksonderwerpen

- Aantonen van opslag van zetmeel in een blad, opname van CO₂, productie van O₂.
- Onderzoek doen naar de factoren die het fotosyntheseproces beïnvloeden: lichtintensiteit, lichtfrequentie, oppervlakte/volumeverhouding van het blad, de ligging van de huidmondjes, de kleur van het blad.
- Onderzoek doen naar de eigenschappen van de verschillende fotosynthese-pigmenten: extractie, scheiding en/of chromatografie van pigmenten uit een blad.
- Microscopisch onderzoek uitvoeren van het blad: bladgroenkorrels en huidmondjes, cuticula, vaatbunfels met hout en bastvaten, spons- en pallisadeparenchym.
- Onderzoek doen naar de aanpassingen van planten aan verschillende milieuomstandigheden: droog-

te, temperatuurverschillen, CO₂-concentraties, belichtingssterke.

Link met 1ste graad - WW

De leerlingen van de basisoptie moderne wetenschappen kunnen (indien behandeld) via de context 'Licht, kleur en geluid' in wetenschappelijk werk in contact gekomen zijn met een aantal begrippen uit de optica.

Link met 1ste graad – NW

- B23 Vanuit eenvoudige waarnemingen voeding als energiebron aantonen.
- B29 Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.
- B50 Uit waarnemingen afleiden dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht en met stoffen uit de bodem en de lucht.

Link met het leerplan biologie van de 2de graad

In de 2de graad wordt in biologie het zien van voorwerpen in verband gebracht met lichtbronnen en de interactie van het licht met voorwerpen.

5.3.2 Stof- en energieomzettingen bij aerobe en anaerobe ademhaling

(ca 4 lestijden)

| | | |
|-----|--|-------------------------------------|
| B19 | Het verloop van de stof- en energieomzettingen bij de aerobe celademhaling schematisch weergeven en situeren in de cel. | B1, B2 W3, SET6, SET17 |
| B20 | De stof- en energieomzettingen bij alcoholische gisting en melkzuurgisting als voorbeelden van anaerobe celademhaling schematisch weergeven en situeren in de cel. | B2, W3, SET6, SET11, SET16 |
| V20 | Structurele aanpassingen van organismen aan gasuitwisseling vergelijken . | SET1, SET3, SET5 |

Wenken

Uit de beschrijving van het experiment, waarbij aan een proefdier radioactief gemerkt glucose wordt toegediend, kunnen de leerlingen afleiden dat de uitgeademde CO₂ uit de opgenomen glucose afkomstig is.

Uit een gedetailleerde voorstelling van de biochemische reacties, die plaatsvinden tijdens de celademhaling, kunnen de essentiële stappen van glycolyse, citroenzuurcyclus en eindoxidaties worden afgeleid. De energetische omzettingen kunnen worden gelokaliseerd in de eukaryote cel en in een vereenvoudigd schema worden voorgesteld. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen allerhande reactievergelijkingen uit het hoofd leren en/of de volledige celademhaling in detail kunnen reconstrueren.

De rol van ATP, elektronenoverdragers, waterstofdragers, enzymen en co-enzymen in het stapsgewijs vrijzetten van energie zal hier zeker aan bod komen.

Verdere onderwerpen die eveneens aan bod kunnen komen zijn:

- het belang van de melkzuurgisting in menselijke cellen bij intens sporten;
- het verband tussen de celademhaling en de fotosynthese en de aanwezigheid van de celademhaling bij planten.

Suggestie demonstratiepracticum

- Verbranding van glucose (o.a. faraoslang).

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen

Ademhaling:

- Vergelijkend microscopisch onderzoek uitvoeren van gezonde longen en rokerslongen.
- Microscopisch onderzoek uitvoeren van huidmondjes en sponsparenchym van plantenbladeren.
- Het rendement en respiratorisch quotiënt uit cijfergegevens afleiden.

Gisting

- Microscopisch onderzoek:
 - knopvorming van bakkersgist (kleuring met lugol, congorood...);
 - vitaliteitstest van diverse suspensies van bakkersgist met methyleenblauw.
- Onderzoek doen naar de factoren die de alcoholische gisting beïnvloeden.
- Onderzoek doen naar de factoren die de melkzuurvorming bij het sporten beïnvloeden.
- Bereiding van bier en wijn.
- Bereiding van yoghurt uit melk.
- Bereiding van zuurkool en kaas.

Link met het leerplan chemie van de 2de en de 3de graad

Zie wenk bij leerplandoelstelling B17

5.4 Homeostase

(ca 6 lestijden U)

| | | |
|----|---|------------------|
| U6 | De betekenis van homeostase en het belang van feedbacksystemen toelichten . | W1, W2, SET13 |
| U7 | Aan de hand van voorbeelden illustreren dat door een continue wisselwerking tussen het in- en uitwendig milieu homeostase in het lichaam gerealiseerd wordt. | W1, W2, SET13 |

Wenken

Homeostase is een verzameling van een aantal dynamische evenwichtsprocessen die ervoor zorgen dat de constante samenstelling van het inwendige milieu gehandhaafd wordt. Gespecialiseerde cellen (weefsels) zijn afhankelijk van elkaar, waardoor er een coördinatie nodig is die tot een stabiel intern milieu leidt. Zenuw- en hormonaal stelsel coördineren de homeostase van het lichaam. Homeostatische processen spelen een rol bij bijna alle stof- en energieomzettingen.

Inzicht in homeostase en de homeostatische processen kan aangebracht worden vanuit lichaamseigen ervaringen. Talrijke factoren uit levenswijze en milieu hebben een invloed op de homeostatische toestand en de gezondheid van ons lichaam.

Voorbeelden van onderwerpen die bij homeostase kunnen worden behandeld zijn: thermoregulatie, vochtregulatie, regeling van glucosegehalte, het zuurstofgehalte, de zuurgraad en de minerale samenstelling van bloed en lymfe, bloeddrukregeling, de stofwisseling van eiwitten en lipiden. De rol van nieren, lever, hart... kan in alle deze processen worden toegelicht. Ook de problematiek van nierdialyse kan besproken worden.

Suggestie voor practica en onderzoeksonderwerpen

De realisatie van deze leerplandoelstellingen kan gebeuren aan de hand van een onderzoeksopdracht

waarbij gewerkt wordt aan een of meerdere aspecten van onderzoekend leren/leren onderzoeken (AD1 tot en met AD5).

- Onderzoek doen naar de bouw, werking en homeostatische functie van lever, nieren, transportstelsel, hart en bloedvaten, lymfevatenstelsel.

Link met leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad

In de 1ste graad kwamen de volgende leerinhouden aan bod: de samenstelling van het bloed, de bouw en de pompwerking van het hart en de bloedsomloop, macroscopische observatie van de nier.

5.5 Bescherming en afweer tegen lichaamsvreemde stoffen

(ca 6 lestijden U)

| | | |
|-----|--|---|
| U8 | Aan de hand van voorbeelden , de noodzaak van bescherming tegen lichaamsvreemde indringers toelichten . | W3, W7, SET3, SET11, SET16 |
| U9 | Het verloop van niet-specifieke en specifieke afweer beschrijven en het verloop schematisch voorstellen . | B1, B2, SET3, SET11, SET14 SET16 |
| U10 | Verklaren waarop de indeling van bloedgroepen in het ABO- en resussysteem steunt. | B1, B2, W3, SET1, SET2, SET4, SET5 |
| U11 | Het belang van resusfactor bij zwangerschap verklaren . | B1, B2, W4, SET1, SET3, SET5 |
| U12 | Verschillen tussen passieve en actieve immunisatie verklaren . | SET11 |
| U13 | Aan de hand van enkele aandoeningen de afwijkende werking van het afweersysteem toelichten . | W3, SET11 |

Wenken

Aan de hand van voorbeelden kan geïllustreerd worden hoe het lichaam een eerste barrière vormt tegen vreemde indringers. Er kan vervolgens geïllustreerd worden hoe een tweede afweerlijn optreedt in verschillende stappen die elk gepaard kunnen gaan met allerlei symptomen (vb. ontsteking, koorts...). Ten slotte kan verwezen worden naar de derde afweerlijn met de specifieke werking van T- en B- lymfocyten. De afwijkende werking van het afweersysteem omvat zowel het overreageren (vb. allergieën) als het compleet falen (Aids).

Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

De realisatie van deze leerplandoelstellingen kan gebeuren aan de hand van een onderzoekopdracht waarbij gewerkt wordt aan een of meerdere aspecten van onderzoekend leren (AD1 tot AD5 en AD7). In aanverwante contexten kan de verworven kennis toegepast worden. Hierbij kan aandacht besteed worden aan gezondheid en hygiëne:

- het verschil tussen vaccinatie en serumtherapie;
- het onderzoek naar bloedgroepen, antigeenwerking en bloedtransfusies, resusantagonisme;
- de problematiek van orgaantransplantaties en afstotingsreacties;
- het falen van het immuunsysteem bij HIV besmetting (seropositief en aids);
- de resistentie bij bacteriën en virussen;
- infectieziekten (ziekteverwekker, wijze van besmetting, incubatieperiode, infectie, preventie, behandeling), allergieën, auto-immuunziekten.

5.6 Voortplanting

5.6.1 Biologische betekenis van voortplanting

(ca 1 lestijd)

| | | |
|---|---|----------------------------|
| B21 | De biologische betekenis van de voortplanting voor het voortbestaan van de soort en het al dan niet ontstaan van genetische variatie binnen de soort toelichten . | B4, B9, SET11, SET24 |
| U14 | Aan de hand van voorbeelden verschillende voortplantingswijzen toelichten . | W3 |
| <p>Wenken</p> <p>Aan de hand van voorbeelden uit de natuur kan worden aangetoond dat organismen een aangeboren drang vertonen om zich voort te planten en zo het voortbestaan van de soort realiseren. Door de voortplanting wordt het genetisch materiaal doorgegeven en verspreid over de volgende generaties.</p> <p>Genetische variatie bij geslachtelijke voortplanting en de rol van meiose hierbij kunnen ook al aan bod komen.</p> | | |

5.6.2 Genetisch materiaal en celdelingen

(ca 8 lestijden)

| | | |
|-----|---|--|
| B22 | Het begrip genetisch materiaal verduidelijken door verbanden te leggen tussen chromatine, chromosomen, chromatiden en DNA in diploïde en haploïde cellen. | B4, W3, SET1, SET3, SET5, SET7 |
| B23 | De chemische structuur van het DNA en RNA bespreken . | B4, W3, SET1, SET2 |
| B24 | De noodzaak van een DNA-replicatie verwoorden en situëren in de celcyclus. | B4, W3, SET2 |

| | | |
|-----|--|-------------------------------------|
| B25 | Het verloop van de DNA-replicatie bespreken . | B4, W3, SET2, SET16, |
| B26 | Het verloop van de mitose bespreken en de betekenis ervan voor organismen toelichten . | B3, W3, SET5, SET7, SET17, |
| B27 | Het verloop van de meiose bespreken en de betekenis ervan voor organismen toelichten . | B3, W3, SET5, SET7, SET17, |
| B28 | Factoren bespreken die een celdeling beïnvloeden. | W3, SET31 |

Wenken

Er worden verbanden gelegd tussen de begrippen chromatine, genen, allelen, chromatinedraden (zusterchromatiden), chromosomen, homologe chromosomen, telomeren, kernfase, diploïd, haploïd.

Genen en allelen kunnen later aan bod komen (B36, B37 en B38).

Om verwarring en misconcepten bij de leerlingen te voorkomen is het nodig om de begrippen en beelden heel expliciet met elkaar te verbinden. Het werken met materiele dragers (papier, pijpenkuiser, plasticine...) is hier aangewezen. Aan de hand van elektronenmicroscopisch beeldmateriaal en/of modellen kan het verband gelegd worden tussen het chromatine en het DNA-molecule. Illustratieve software kan helpen om de stappen van het replicatie-proces van het DNA, de mitose en meiose te behandelen.

Een historische schets van de ontdekking van de structuur van het DNA door Watson, Crick en Francklin kan hier zeker een meerwaarde bieden (AD7). De chemische structuur van het DNA kan in verband gebracht worden met de karakteristieke eigenschappen van het DNA.

De nadruk wordt gelegd op het belang van de mitose en celvermeerdering voor groei, herstel van weefsel, kanker, ongeslachtelijke/aseksuele voortplanting, klonen. Het belang van de meiose voor het constant houden van het aantal chromosomen van een soort, de rol van meiose bij het ontstaan van variatie tussen de gameten en het inzicht in het belang van variatie voor evolutie wordt vermeld.

Fysische (straling, temperatuur...) en chemische (organische stoffen...) factoren die een stimulerende of remmende invloed kunnen hebben op de celdeling worden besproken. Hier kan ook een verband worden gelegd met chemo- en radiotherapie.

Suggesties voor practica en onderzoeksonderwerpen

Door microscopisch onderzoek en door het interpreteren van afbeeldingen krijgen leerlingen inzicht in de gecontroleerde gebeurtenissen en processen die tijdens de celvermeerdering, de mitose en de meiose plaatsgrijpen.

- DNA
 - Modellen bouwen van DNA.
 - Isolatie van DNA
 - Specifieke DNA/RNA kleuring
- Mitose
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van mitosefiguren (worteltop van een ui, van een hyacint, van een tulip).
 - Het maken van een model van de verschillende fasen van een mitose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Meiose
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van meiosefiguren (bv. vaste preparaten van eicelvorming bij

- de lelie).
- Het maken van een model van de verschillende fasen van een meiose (bv. met pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Ongeslachtelijke voortplanting
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van sporen, sporenkapsels.
 - Observeren van vormen van ongeslachtelijke voortplanting op micropreparaten of op vers materiaal.
- Generatiewisseling
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van preparaten van varen (sporendoosjes, sporen) en kweek van voorziemen van varens.
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van preparaten van mos (sporenkapsel, sporen).
- Vergelijkende studie maken van mitose en meiose.

5.6.3 Voortplanting bij de mens

(ca 9 lestijden)

| | | |
|-----|---|--|
| B29 | Primaire en secundaire geslachtskenmerken bij man en vrouw bespreken . | B5, W3, SET3, SET5 |
| B30 | De seksuele cyclus bij de vrouw bespreken . | B5, W3, SET3, SET7, SET17, |
| B31 | De seksuele cyclus bij de man bespreken . | B5, W3, SET3, SET7, SET17 |
| B32 | De bevruchting en de geboorte beschrijven en de verschillen tussen de embryonale en foetale fase bespreken . | B7, SET3, SET16, SET22 |
| V32 | De hormonale regulatie van de geboorte en de lactatie bespreken . | SET3, SET16, SET22 |
| B33 | Enkele externe factoren , die de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden, bespreken . | B7, W4, SET3, SET16, SET22, SET23 |
| B34 | Methoden voor beperking van de vruchtbaarheid bespreken en hun betrouwbaarheid vergelijken . | B6, W1, W4,W7, SET25, SET27, SET28 |
| B35 | Mogelijkheden om vruchtbaarheid te stimuleren, toelichten . | B6, W1, W4,W7, SET25, |

| | | |
|-----|---|----------------------------------|
| | | SET27, SET28 |
| U15 | Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen bespreken . | W7, SET11, SET25, SET27 |

Wenken

Met de seksuele cyclus van de vrouw wordt de periodiciteit van de eicelvorming, hormoonconcentraties, veranderingen van lichaamstemperatuur, groei van het baarmoederslijmvlies bedoeld. De cycli kunnen grafisch en schematisch voorgesteld worden. De seksuele cyclus bij de man omvat een hormonale cyclus die gekoppeld is aan de spermatogenese.

Bij de bespreking van de eicelvorming en de zaadcelvorming moet de link met de meiose gelegd worden.

Het verloop van de bevruchting, embryonale ontwikkeling, de foetale groei en geboorte kunnen beknopt beschreven worden. Het gebruik van modellen, videofilms, foto's en schetsen is hierbij aangewezen.

Het is wel belangrijk die aspecten van de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus te belichten die beïnvloed worden door externe factoren zoals de leeftijd van de moeder, roken, alcohol, medicatie, drugs en stress en spannend ondergoed. Het is niet de bedoeling om een opsomming te geven van de afwijkingen die kunnen optreden maar eerder om preventief de aandacht te vestigen op de gevaren voor moeder en kind.

Methoden voor anticonceptie en methoden voor vruchtbaarheidsbehandeling komen aan bod. Voor- en nadelen van verschillende methoden kunnen besproken worden en het verband met de seksuele cycli en de specifieke bouw van de voortplantingsorganen bij man en vrouw kan gelegd worden. Ook het thema SOA kan hier aan bod komen.

Naast het zuiver wetenschappelijk karakter van de lessen mag men geen kans laten voorbijgaan om bij de leerlingen de 'verwondering' voor het leven op te wekken. Bij deze leerinhouden kan en moet aandacht geschonken worden aan ethische aspecten zoals het belang van respect voor elkaars lichamelijkeheid en de verantwoordelijkheid van beide seksen in het opbouwen van een relatie, aandacht voor een vroegtijdige beëindiging van de zwangerschap en de factoren die dit kunnen beïnvloeden. Ook aspecten van lichamelijke gezondheid komen hier aan bod.

Illustratiemateriaal kan worden ontleend bij het CLB, huisarts en Sensoa. Een thematische samenwerking met de leraar godsdienst, arts, CLB van de school kunnen een meerwaarde bieden.

Suggesties voor practica

- Voortplanting
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van ovarium, eileider, baarmoederwand, stadia in de eicel.
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van testis, bijbal, zaadleider, prostaat.
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren op zaadcellen van een rund of varken; bepaling van de frequentie van normale en abnormale zaadcellen (vers materiaal kan bekomen worden bij een bedrijf waar kunstmatige inseminatie wordt toegepast).
- Embryologie
 - Microscopisch onderzoek uitvoeren van embryonale stadia (morula, blastula, gastrula, neurula).
 - De dissectie van een kippenei uitvoeren: fasen in de ontwikkeling van kippenembryo's.

Link met het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad

De voortplantingsstructuren bij de mens werden in de 1ste graad al bestudeerd. Aan de hand van modellen kunnen deze leerinhouden worden opgefrist en uitgediept.

Om zelfstandig studeren en het gebruik van ICT in de lessen biologie te stimuleren, kan de leerinhoud van de 1ste graad als zelfstudiepakket, met integratie van ICT-opdrachten, aangeboden worden.

Derde deel van de 3de graad

(ca 25 lestijden)

5.7 Genetica

5.7.1 Chromosomale genetica

(ca 8 lestijden)

| | | |
|-----|---|------------------------|
| B36 | De wetten van Mendel afleiden uit de resultaten van zijn mono- en dihybride kruisingsproeven. | B8, W3, W4, W7 SET25 |
| B37 | De resultaten van mono- en dihybride kruisingen symbolisch voorstellen en verkla- ren vanuit de chromosomentheorie en toepassen in concrete vraagstukken. | B8, W3, W4, SET2, SET5 |
| B38 | Aan de hand van concrete vraagstukken, kruisingsschema's en stambomen , de overerving van codominante allelen, letale allelen, multipele allelen, polygenie, ge- slachtsgebonden allelen, gekoppelde genen en recombinatie van gekoppelde genen interpreteren en toelichten . | B8, W1, W3, W4, SET11 |
| U16 | Multifactoriële kenmerken bij de mens illustreren a.d.h.v. concrete voorbeelden . | B8, W1, W3 |

Wenken

De proeven van Mendel worden gebruikt als voorbeeld van een doordacht wetenschappelijk onderzoek. De klemtoon wordt gelegd op de logische stappen van het onderzoek, de keuze van zijn proefobjecten en de statistische verwerking van de resultaten.

Uit de resultaten kunnen leerlingen zelf de wetten afleiden. Met de kennis van genen, allelen en hun loca- tie op de chromosomen kunnen de resultaten van Mendel verklaard en symbolisch voorgesteld worden.

Door bespreking van concrete voorbeelden van overerving met codominantie, multipele, letale allelen en polygenie, geslachtsgebonden en gekoppelde allelen/genen wordt het inzicht in overerving van genen uitgebreid en verfijnd.

Mogelijke toepassingen zijn:

- multiple allelen: ABO-systeem bij de mens;
- cryptomerie – polygenie;
- gekoppelde genen:
 - resultaten van Morgan voor gekoppelde genen bij *Drosophila*,
 - HLA-systeem (Human Leukocyte Antigens) van de mens;
- geslachtsgebonden genen:
 - Y geslachtschromosoom gebonden genen: TDF- en MIS-gen in SRY (Sex-determinating Region Y),
 - X geslachtschromosoom gebonden genen met recessieve allelen (Daltonisme, hemofilie en spier- dystrofie van Duchenne).

Bij het oplossen van vraagstukken, die voornamelijk op menselijke erfelijkheid gericht zijn, kunnen de verschillende overervingmechanismen geoefend worden en komt de systematische probleemaanpak aan

bod. Het is niet de bedoeling om van elk type overerving veel vraagstukken te maken.

Leerlingen hebben vaak eigen begrippen en beelden over aanleg, erfelijkheid, lijken op ouders. Erfelijkheid is een organisatieniveaudoorsnijdend thema. Het heen-en-weer kunnen denken tussen moleculair, cellulair, organisme- en populatieniveau is van groter belang dan het eindeloos oplossen van vraagstukken genetica. Er worden immers abstracte notaties gebruikt die geen directe visuele relatie hebben met het verschijnsel dat ze voorstellen: symbolen voor genen en allelen, allelenfrequenties en genotypenfrequenties, koppelingsfrequenties.

Suggesties voor practica

De overerving van enkele kenmerken afleiden uit:

- de teelt van tomaten (Materiaal te verkrijgen via Univ. Wageningen en Nunhems zaden);
- kruisingen van stammen van fruitvliegjes.

Suggestie voor onderzoeksonderwerp

Het oplossen van analysevraagstukken, het beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypes van de nakomelingen en van het overervingmechanisme uit de resultaten van de kruisingen en uit stamboomanalyse, kan onderdeel zijn van een uitgebreidere onderzoeksopdracht (AD3 en AD4).

5.7.2 Moleculaire genetica

(ca 3 lestijden)

| | | |
|-----|---|--|
| B39 | Het begrip genexpressie omschrijven en illustreren . | B2, B4, W3, SET11 |
| B40 | Het verloop van de eiwitsynthese bespreken en situëren in de cel. | B1, B4, W3, SET2, SET11 |
| B41 | Met een voorbeeld aantonen dat er systemen bestaan die de genexpressie reguleren en verklaren hoe deze systemen werken. | B4, B9, SET3, SET11, SET14, SET24, SET25 |

Wenken

De rol van structureiwitten bij de opbouw van ons lichaam en van enzymen-eiwitten in fysiologische systemen en/of processen kan met behulp van enkele goedgekozen voorbeelden geïllustreerd worden. Veranderingen in het DNA resulteren meestal in eiwitdefecten. Mogelijke voorbeelden van kenmerken/ziektebeelden die gelinkt worden aan eiwitdefecten zijn: spierdystrofie, fenylketonurie, diabetes, hemofilie, kleurenblindheid, sikkelcelanemie, dwerggroei, albinisme, jicht. De uitvoerige bespreking van één voorbeeld dat nauw aansluit bij de leefwereld van de leerlingen kan hier volstaan.

Bij de eiwitsynthese (genexpressie) komt het verband DNA-eiwit vanuit de kennis van de nucleotide-structuur van het DNA en de aminozurensamenstelling van polypeptiden/eiwitten aan bod. De rol van de tripletcode als universele vertaalcode bij de opbouw van eiwitten wordt verduidelijkt.

Bij de regulatie van de genexpressie kan vanuit gegevens en voorbeelden getracht worden om te verklaren hoe het komt dat genen slechts op bepaalde tijdstippen en/of in bepaalde celtypen tot expressie komen. Vanuit historisch perspectief kan ook geïllustreerd worden dat het centrale dogma (één gen - één eiwit theorie) door de wetenschappelijke kennis van het genoom op de helling gezet werd en een herziening van de theorie noodzakelijk maakte. Het belang van posttranslatie processen en de nieuwe ideeën

vanuit de epigenetica kunnen hier worden toegelicht.

Het gebruik van modellen is zeker aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van dit proces te illustreren. Computersimulaties kunnen deze complexe materie voor de leerlingen toegankelijk maken. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Suggestie voor een practicum:

- Onderzoek naar het voorkomen van transcriptiezones (reuzenchromosomen van *Chironomus* mug-gelarve).

5.7.3 Modificaties en mutaties

(ca 4 lestijden) (ca 2 lestijden U)

| | | |
|-----|--|-------------------------------------|
| B42 | Met voorbeelden illustreren dat variatie tussen organismen ontstaat door het samengaan van genetische factoren en omgevingsinvloeden. | B2, B9, W1, W3, SET14, SET24, SET25 |
| B43 | Met voorbeelden illustreren dat er verschillende vormen van mutaties bestaan en dat ze op verschillende wijzen kunnen ontstaan. | B9, W1, W3, SET24 |
| V43 | Belang van mitochondriale overerving toelichten . | B2, SET28 |
| U17 | Met voorbeelden de wet van Hardy en Weinberg illustreren en de voorwaarden van toepassing bespreken . | W3, W4, SET13 |

Wenken

Het is belangrijk dat de leerlingen inzicht verwerven in het feit dat de variabiliteit tussen organismen van eenzelfde soort enerzijds ontstaat door geslachtelijke voorplanting maar dat anderzijds ook de omgeving een invloed uitoefent op het tot expressie komen van genen. Door omgevingsinvloeden kunnen zowel modificaties als mutaties ontstaan. De begrippen “nature and nurture” en “epigenetica” kunnen hier aan bod komen.

De invloed van factoren (biologische, chemische en fysische) bij het ontstaan van mutaties kan verbonden worden aan aspecten van lichamelijke gezondheid en zwangerschap.

Concrete voorbeelden van modificaties zijn: proef van Bonnier met paardenbloemen; ontwikkeling tot werkster of koningin bij bijen als gevolg van verschil in voedsel; verschillende bladeren bij waterranonkel en pijlkruid.

Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op alle mogelijke vormen en oorzaken van mutaties.

Genoom- en chromosoommutaties kunnen gezien worden als mogelijke fouten die tijdens een delingsproces optreden. Puntmutaties (genmutaties), Single Nucleotide Polymorfisme (SNP), short tandem repeats (STR), jumping genes (ME) kunnen aan de hand van DNA sequentieanalyses opgespoord worden en kunnen ook hier reeds behandeld worden en als toepassingen van gentechologie gekaderd worden.

Een onderzoeksoopdracht in verband met de wet van Hardy en Weinberg laat toe een inhoud te geven aan een aantal basisbegrippen uit de populatiegenetica zoals genenpool, allelenfrequentie en genetische drift. Computersimulaties kunnen deze complexe materie voor de leerlingen toegankelijk maken en er kan ook al een link gelegd worden naar het verloop van de evolutie in populaties.

Suggesties voor een onderzoeksopdracht

- Onderzoeksopdracht uitvoeren aansluitend bij de wet van Hardy en Weinberg.
- Opstellen en interpreteren van een modificatie-variabiliteit (Gauss-)curve:
 - aantal ribbels bij kokkels, lengte van bladeren van een boom, lengte of massa van bonen, kleurpatroon bij slakkenhuisjes;
 - bij de mens lengte, massa, schoenmaat... van personen van eenzelfde leeftijd.

5.7.4 Gentechnologie

(ca 4 lestijden)

| | | |
|-----|---|--|
| B44 | Aantonen hoe inzicht in het bestaan van natuurlijke genoverdracht de weg naar kunstmatig genetisch gewijzigde organismen geopend heeft. | W1, W7, SET25 SET28, |
| V44 | Aan de hand van een voorbeeld , het verloop van kunstmatige genoverdracht beschrijven . | W1, SET27, SET28, |
| B45 | Het principe van enkele gentechnieken beschrijven . | SET27, SET28, |
| B46 | Toepassingen van gentechnologie met inbegrip van genetische testen illustreren en de ethische dimensie ervan toelichten . | B9, W1, W6, W7, SET25, SET27, SET28, |

Wenken

Vanuit de ontdekking en kennis van plasmiden, restrictie-enzymen en ligasen, die DNA knippen en plakken, kan de ontwikkeling en het ontstaan van transgene organismen of GGO's (Genetisch Gemodificeerde Organismen) geduid worden. Samen met het ontrafelen van het genoom van de mens, maar ook met dat van modelorganismen van bacteriën, dieren en planten, heeft de wetenschap de weg geopend naar tal van technische, medische en agrarische toepassingen... Een aantal voorbeelden kunnen hier aan bod komen.

Animaties van recombinant DNA-techniek, polymerase kettingreactie (PCR), DNA-fingerprint kunnen met computersimulaties toegankelijk gemaakt worden. Het basisprincipe van deze technieken kan hier aan bod komen.

Bij de ontwikkeling van nieuwe technologische toepassingen is een maatschappelijk debat belangrijk. Sommige toepassingen zijn onmisbaar, andere zijn omstreden. De op biologische inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden. De volgende aspecten kunnen aan bod komen: de mogelijke toegang tot informatie uit genetische testen en de implicaties hiervan (privacy, recht op weten, omgaan met kansen, belang van counseling, embryoselectie), de opkomst en het wingedrag van de biotechbedrijven, de implicaties voor derdewereldlanden, de keuzevrijheid van consument en producent, de verantwoordelijkheid t.o.v. milieu en gezondheid, prenatale/genetische diagnostiek, verwantschapstesten, opsporen van gendefecten, therapeutisch en reproductief klonen (zie AD6).

Suggestie voor onderzoeksopdracht

Een onderzoeksopdracht over een biomedisch/biosociaal onderwerp dat aansluit bij dit thema biedt de mogelijkheid om leerlingen opzoekingswerk te laten uitvoeren en hierover in discussie te gaan.

5.8 Ontstaan en evolutie van soorten

(ca 6 lestijden) (ca 2 lestijden U)

| | | |
|-----|--|---------------------------------|
| B47 | Argumenten aangeven die de biologische evolutietheorie ondersteunen en tegenargumenten kritisch bespreken . | B10, W1, W2, SET4, SET23, SET26 |
| B48 | De huidige theorie over hoe soorten ontstaan en evolueren plaatsen in een historische context vertrekkende van de theorie van de Lamarck en Darwin. | B10, W1, W2, SET25, SET26 |
| B49 | Mechanismen , die aan de basis liggen van het ontstaan en de evolutie van soorten, toelichten met de huidige evolutietheorie. | B10, W1, W2, SET22, SET23 |
| U18 | Het ontstaan van het leven op aarde situëren in de tijd en de evolutie van levensvormen aan de hand van de heersende evolutiemechanismen verklaren . | SET22, SET23 |
| U19 | Het ontstaan, de bloeitijd van stammen en afdelingen situëren op de geologische tijdschaal. | SET22, SET23 |

Wenken

Aan de hand van didactisch materiaal (fossielen, afbeeldingen, skeletten, tabellen) en op grond van argumenten van uiteenlopende vakgebieden, kan de evolutietheorie aangenomen worden. Wetenschappelijke gegevens en argumenten uit de vergelijkende anatomie, de vergelijkende embryologie, genetica, paleontologie en biochemie komen hier aan bod. Het is niet de bedoeling om alle stappen van het ontstaan van het leven, de opkomst van planten en dieren te situeren. Het situeren van de evolutie in de geologische tijd kan gebeuren in samenhang met argumenten die de hypothese van de evolutie ondersteunen. De geologische tijdschaal wordt behandeld in het vak aardrijkskunde.

Ook argumenten die tegen de evolutietheorie gebruikt worden, moeten kritisch worden besproken.

De theorieën van de Lamarck en Darwin worden best vergelijkend bestudeerd. Er kan benadrukt worden dat ze ontstonden voor dat het werk van Mendel gepubliceerd werd. De theorieën kunnen worden geïllustreerd met voorbeelden en worden aangevuld met de huidige inzichten uit de moleculaire en populatiegenetica.

Toelichting voor de leraar

De evolutietheorie is de natuurwetenschappelijke verklaring voor de evolutie van het leven op aarde. De evolutietheorie is niet zomaar een ongegronde speculatie. Het is geen "geloofsleer", die zonder meer moet worden aangenomen. Binnen de wetenschappelijke wereld wordt de evolutietheorie algemeen aanvaard als verklaring voor het ontstaan en de evolutie van soorten met inbegrip van de mens. Er wordt op zoek gegaan naar mechanismen die dit proces leiden. In "On the origin of species by means of natural selection" (1859) pleitte Darwin voor natuurlijke selectie als een mechanisme voor evolutie. Sinds Darwin heeft de evolutietheorie echter belangrijke ontwikkelingen doorgemaakt. Er wordt gesproken van "**de huidige theorie**" omdat het mechanisme van natuurlijke selectie wordt aangevuld met inzichten uit de chromosomale, moleculaire en populatiegenetica.

Suggesties voor practica

- Uit waarnemingen op skeletten van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten en ademhalingsorganen van gewervelde dieren, argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen.

- Volgen van een workshop in een museum van natuurwetenschappen (bv. KBIN).

B50

Het proces van de hominisatie **toelichten en verklaren** aan de hand van de huidige evolutiemechanismen.

B10, W7,
SET1,
SET5,
SET22,
SET23

Wenken

Het proces van menswording of hominisatie wordt gekenmerkt door een aantal verworvenheden: rechtop lopen, werktuigen gebruiken, ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, ontstaan van taal en cultuur. De oorzaken van de stappen in het menswordingsproces kunnen in verband gebracht worden met de morfologische veranderingen die optreden. Het spanningsveld tussen godsdienst en wetenschap kan hier ter sprake komen.

Het is niet de bedoeling om in te gaan op de verschillende vormen van Hominidae en op de morfologische kenmerken van al deze vormen. De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog altijd vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig worden er nog nieuwe fossielen ontdekt die het opstellen van verwantschapsbomen tot een ingewikkelde puzzel maken.

Suggesties voor practica

- Op modellen, foto's, tekeningen van skeletten en/of hersenen van mensachtigen de evolutie van de mens aantonen en bespreken.
- Volgen van een workshop in een museum van natuurwetenschappen (bv. KBIN).

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 multimedialokas met beschikbaarheid van pc's noodzakelijk.

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

6.3 Basismateriaal

6.3.1 Algemeen

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

6.3.2 Toestellen

- Microscopen: één microscoop per 2 leerlingen
- Spanningsbron
- Thermometers
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g

- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Koelkast

6.3.3 Hulpmiddelen bij experimenten en observaties

- Micropreparaten (draagglazen, dekglasjes)
- Ingesloten preparaten
- Indien dissecties uitgevoerd worden: dissectiemateriaal o.a. scharen, pincetten, scalpels
- Tweedimensionale modellen: foto's, microdia, wandplaten
- Driedimensionale modellen: cel, celdeling, nier, hart
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)
- Chemicaliën:
 - Elementaire herkenningmiddelen en indicatoren (o.a. voor glucose, eiwitten, vetten, water)
 - Reagentia voor eenvoudige demonstratieproeven (o.a. enzymen, solventen)
 - Kleurstoffen
 - Zuur-base-indicatoren

6.3.4 ICT-toepassingen

Computer met geschikte software

6.3.5 Veiligheid en milieu

- Voorziening voor correct afvalbeheer van chemicaliën en eventueel dierlijke resten
- 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
- 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:

- Op elektronenmicroscopische beeldmateriaal en op afbeeldingen... herkennen en benoemen...
- Gelijkenissen en verschillen... verwoorden
- Schematisch... weergeven en verklaren...
- Experimenteel vaststellen en verklaren...
- Aan de hand van voorbeelden... illustreren...
- Aan de hand van voorbeelden... toelichten...
- De chemische structuur herkennen...
- ...vergelijken.
- Begrippen... verduidelijken door verbanden te leggen
- Noodzaak van... verwoorden...
- Factoren... bespreken...
- ...afleiden uit resultaten...

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.

8 Eindtermen

8.1 Eindtermen voor de basisvorming

8.1.1 Wetenschappelijke vaardigheden

- W1. Eigen denkbeelden verwoorden en die confronteren met denkbeelden van anderen, metingen, observaties, onderzoeksresultaten of wetenschappelijke inzichten.
- W2. Vanuit een onderzoeksvraag een eigen hypothese of verwachting formuleren en relevante variabelen aangeven.
- W3. Uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden afleiden om een besluit te formuleren.
- W4. Gebruiken wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden.
- W5. Gaan veilig en verantwoord om met stoffen, elektrische toestellen, geluid en EM-straling.

8.1.2 Wetenschap en samenleving

- W6. Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op tenminste grondstoffen, energie, biotechnologie, biodiversiteit en het leefmilieu.
- W7. De natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

8.1.3 Eindtermen biologie

- B1. Celorganellen, zowel op lichtmicroscopisch als op elektronenmicroscopisch niveau, benoemen en de functies ervan aangeven.
- B2. Het belang van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïnezuren, mineralen en water voor het metabolisme toelichten.
- B3. Het belang van mitose en meiose duiden.
- B4. De betekenis van DNA bij de celdeling en genexpressie verduidelijken.
- B5. De functie van geslachtshormonen bij de gametogenese en bij de menstruatiecyclus toelichten.
- B6. Stimulering en beheersing van de vruchtbaarheid bespreken in functie van de hormonale regeling van de voorplanting.
- B7. De bevruchting en de geboorte beschrijven en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling van embryo en foetus bespreken.
- B8. Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
- B9. Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.

B10. Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen, met inbegrip van de mens.

8.1.4 Eindtermen chemie

- C1. Eigenschappen en actuele toepassingen van stoffen, waaronder kunststoffen, verklaren aan de hand van de moleculaire structuur van die stoffen.
- C2. Chemische reacties uit de koolstofchemie in verband brengen met hedendaagse toepassingen.
- C3. Voor een aflopende reactie, waarvan de reactievergelijking gegeven is, en op basis van gegeven stofhoeveelheden of massa's, de stofhoeveelheden en massa's bij de eindsituatie berekenen.
- C4. De invloed van snelheidsbepalende factoren van een reactie verklaren in termen van botsingen tussen deeltjes en van activeringsenergie.
- C5. Het onderscheid tussen een evenwichtsreactie en een aflopende reactie illustreren.
- C6. De pH van een oplossing definiëren en illustreren.
- C7. Het belang van een buffermengsel illustreren.

8.1.5 Eindtermen fysica

- F1. De beweging van een voorwerp beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling (eenparig versnelde en eenparig cirkelvormige beweging).
- F2. De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- F3. Volgende kernfysische aspecten aan de hand van toepassingen of voorbeelden illustreren:
 - aard van α -, β - en γ -straling;
 - activiteit en halveringstijd;
 - kernfusie en kernsplitsing;
 - effecten van ioniserende straling op mens en milieu.
- F4. Eigenschappen van een harmonische trilling en een lopende golf met toepassingen illustreren.
- F5. Eigenschappen van geluid en mogelijke invloeden van geluid op de mens beschrijven.
- F6. De begrippen spanning, stroomsterkte, weerstand, vermogen en hun onderlinge verbanden kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F7. Met toepassingen illustreren:
 - een magnetisch veld ontstaat ten gevolge van bewegende elektrische ladingen;
 - het effect van een homogeen magnetisch veld op een stroomvoerende geleider;
 - elektromagnetische inductieverschijnselen.

8.2 Specifieke eindtermen wetenschappen 3de graad (SET)

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

| | Biologie | Chemie | Fysica | Aardrijkskunde |
|--|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Structuren (1 tot 5) | 1, 2, 3, 4, 5 | 1, 2 | 1, 2, 3, 4, 5 | 1, 2, 3 |
| Interacties (6 tot 12) | 6, 7, 11, 12 | 6, 7, 8 | 6, 8, 9, 10, 12 | 6, 9 |
| Systemen (13 tot 16) | 13, 14, 16 | 13, 15, 16 | | 14 |
| Tijd (17 tot 21) | 17 | 18 | 20, 21 | 17, 19, 20, 21 |
| Genese (22 tot 24) | 22, 23, 24 | | 24 | 22, 23, 24 |
| Natuurwet.-Maatschappij (25 tot 28) | 25, 26, 27, 28 | 25, 26, 27, 28 | 25, 26, 27, 28 | 25, 26, 27, 28 |
| Onderzoek (29 tot 31) | 29, 30, 31 | 29, 30, 31 | 29, 30, 31 | 29, 30, 31 |

8.2.1 Structuren

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

- SET1. structuren classificeren en beschrijven op basis van samenstelling, eigenschappen en functies.
- SET2. structuren met behulp van een model of schema voorstellen en hiermee eigenschappen verklaren.
- SET3. relaties leggen tussen structuren.
- SET4. methoden beschrijven om structuren te onderzoeken.
- SET5. structuren op grond van observeerbare of experimentele gegevens identificeren en classificeren.

8.2.2 Interacties

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

- SET6. processen waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd beschrijven en herkennen in voorbeelden.
- SET7. vorming, stabiliteit en transformatie van structuren beschrijven, verklaren, voorspellen en met eenvoudige hulpmiddelen experimenteel onderzoeken.
- SET8. berekeningen uitvoeren bij energie- en materieomzettingen.
- SET9. effecten van de interactie tussen materie en elektro-magnetische straling beschrijven en in voorbeelden herkennen.

De leerlingen kunnen

SET10. beweging en verandering in bewegingstoestand kwalitatief beschrijven, in eenvoudige gevallen experimenteel onderzoeken en berekenen.

SET11. verbanden leggen tussen processen op verschillende schaalniveaus.

SET12. fundamentele wisselwerkingen verbinden met hun rol voor de structurering van de materie en met energieomzettingen

8.2.3 Systemen

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET13. uitleggen hoe systemen een toestand van evenwicht bereiken en behouden.

SET14. relaties tussen systemen beschrijven en onderzoeken.

SET15. vanuit een begintoestand de evenwichtstoestand van een systeem en effecten van storingen kwalitatief onderzoeken en in eenvoudige gevallen berekenen.

SET16. de evolutie van een open systeem kwalitatief beschrijven

8.2.4 Tijd

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET17. voorbeelden geven van cyclische processen en deze cycli op een tijdschaal plaatsen.

SET18. de levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen vergelijken en de factoren die hierop een invloed uitoefenen verklaren en in eenvoudige gevallen onderzoeken.

SET19. relaties tussen cyclische processen illustreren.

SET20. uitleggen hoe cyclische processen worden aangewend om de tijdsduur te bepalen.

SET21. methoden beschrijven om structuren relatief en absoluut te dateren.

8.2.5 Genese en ontwikkeling

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET22. fasen in de evolutie van structuren en systemen beschrijven en ze op een tijdschaal ordenen.

SET23. relaties leggen tussen evoluties van systemen en structuren.

SET24. mechanismen beschrijven die de stabiliteit, verandering en differentiatie van structuren of systemen in de tijd verklaren.

8.2.6 *Natuurwetenschap en maatschappij*

De leerlingen kunnen

SET25. met voorbeelden illustreren dat de evolutie van de natuurwetenschappen gekenmerkt wordt door perioden van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen.

SET26. natuurwetenschappelijke kennis vergelijken met andere visies op kennis.

SET27. de relatie tussen natuurwetenschappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen illustreren.

SET28. effecten van natuurwetenschap op de samenleving illustreren, en omgekeerd.

8.2.7 *Onderzoekscompetentie*

De leerlingen kunnen

SET29. zich oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.

SET30. een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component voorbereiden, uitvoeren en evalueren.

SET31. de onderzoeksresultaten en conclusies rapporteren en ze confronteren met andere standpunten.

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

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

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