

BIOLOGIE

DERDE GRAAD ASO

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

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/010
Vervangt leerplan D/2006/0279/034 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 wiskunde (met uitzondering van wetenschappen-wiskunde)	10
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken	12
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen	12
3.2	Leerplan versus handboek.....	13
3.3	Taalgericht vakonderwijs.....	13
3.4	ICT.....	14
3.5	Dissecties als werkvorm.....	15
4	Algemene doelstellingen	16
4.1	Onderzoekend leren.....	16
4.2	Wetenschap en samenleving	17
4.3	Gezondheid	19
5	Leerplandoelstellingen	20
	Eerste deel van de 3de graad	20
5.1	De cel	20
5.2	Stof- en energieomzettingen	24
5.3	Genetisch materiaal en celdelingen	27
	Tweede deel van de 3de graad	29
5.4	Voortplanting bij de mens.....	29
5.5	Genetica	30
5.6	Ontstaan en evolutie van soorten	33
6	Minimale materiële vereisten	35
7	Evaluatie	37
7.1	Inleiding	37
7.2	Leerstrategieën	37
7.3	Proces- en productevaluatie	37
8	Eindtermen basisvorming wetenschappen	38
8.1	Wetenschappelijke vaardigheden	38
8.2	Wetenschap en samenleving	38
8.3	Vakgebonden eindtermen biologie	38
8.4	Eindtermen chemie	39
8.5	Eindtermen fysica.....	39

1 Beginsituatie

Het leerplan wordt gerealiseerd in volgende studierichtingen van het aso:

Economie - Wiskunde

Grieks - Wiskunde

Latijn - Wiskunde

Moderne talen - Wiskunde

Wiskunde - Topsport

Gedifferentieerde beginsituatie

De leerlingen die starten in één van bovenstaande studierichtingen 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.

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.

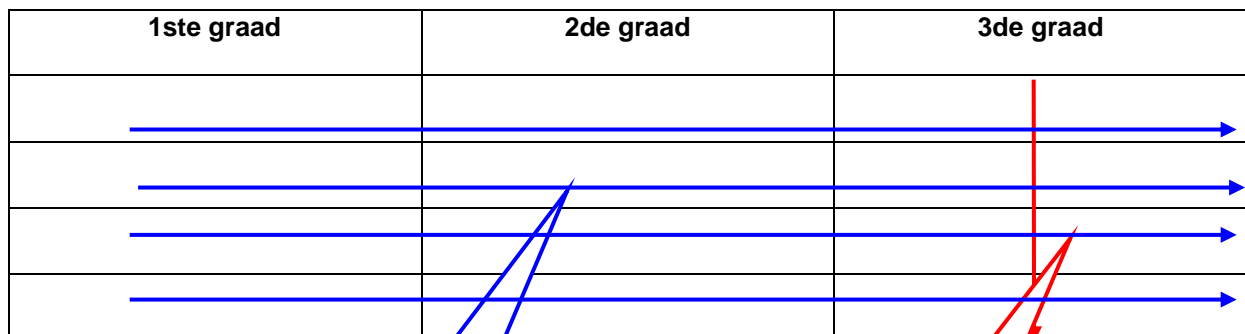
2 Leerlijnen

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 binnen de 3de graad aso (zie 2.3).

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



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

Leerlijn binnen de 3de graad

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 leerlingexperimenten en de keuze van demoproeven.

Leerlijn	1ste graad	2de graad	3de graad (voor de studierichtingen vermeld in punt 1)
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 - Isotopen <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruimtelijke bouw - Lewisstructuren - 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 - 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 vormen/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 - 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 <p><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gezondheid - Stofuitwisseling - 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 - 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>Onderzoekskompetentie</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 weergeven, ✓ 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 - 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>Onderzoekskompetentie</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 <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: kwadratisch verband <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>Onderzoekskompetentie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes - Oefenen in de onderzoeksstappen 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 wiskunde (met uitzondering van wetenschappen-wiskunde)

Het leerplan biologie is een **graadleerplan** voor **twee graduren**.

Er worden **minimum 4 lestijden leerlingenexperimenten** uitgevoerd over de graad. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lestijd in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 4 lestijden voorzien over de graad.

Bij de didactische wenken worden leerlingenexperimenten en onderzoeksonderwerpen toegelicht die leerplandoelstelling gericht zijn. Andere leerlingenexperimenten die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

Timing voor twee graduren

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

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

In eerste instantie dient het leerplan te beantwoorden aan een verticale leerlijn over de leerjaren heen: een logische volgorde wat betreft de leerplaninhouden en in toenemende moeilijkheidsgraad. De concentrische aanpak van het biologieleerplan beantwoordt hier ongetwijfeld aan. Deze filosofie laat toe bepaalde vakinhouden meermaals aan bod te laten komen, telkens met een verdere uitdieping, om zo tot een betere en meer exacte begripsbeheersing te komen.

Thema's	Concepten	Lestijden
3de graad (twee graduren) – 50 lestijden per graad		
Deel 1 - 25 lestijden (inclusief toetsen en 3 lestijden leerlingenexperimenten)		
De cel	• Bouw van de cel	4u
	• Biochemische stoffen in organismen	3u
	• Functies van celstructuren	4u
Stof- en energieomzettingen	• Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen	2u
	• Voorbeelden van stof- en energieomzettingen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fotosynthese en celademhaling ○ Eiwitsynthese 	5u
Genetisch materiaal en celdelingen		7u

Deel 2 - 25 lestijden (inclusief toetsen en 1 lestijd leerlingenexperiment)

Voortplanting bij de mens	<ul style="list-style-type: none">• Biologische betekenis van voortplanten	10u
	<ul style="list-style-type: none">• Voortplanting bij de mens	
Genetica	<ul style="list-style-type: none">• Chromosomale genetica	6u
	<ul style="list-style-type: none">• Modificaties en mutaties	2u
	<ul style="list-style-type: none">• Gentechnologie	2u
Ontstaan en evolutie van soorten		5u

3 Algemene pedagogisch-didactische wenken

3.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

3.1.1 Algemene doelstellingen

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

3.1.2 Basisdoelstellingen en verdiepende doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is in principe **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting**. Hoofdzakelijk dit niveau is bepalend voor de evaluatie. De vakgebonden 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 horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling en zijn niet verplicht. Zo hoort bij de verdiepende doelstelling V12 ook een basisdoelstelling B12. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

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 leerlingexperimenten' en 'mogelijke demo-experimenten' bieden een reeks suggesties, waaruit de leraar een keuze kan maken.

Link met 1ste en 2de graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de 2de graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

Link met (ander) wetenschapsvak

In 2.2 worden de inhoudelijke leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad vermeld. Het deel voor biologie is in dit leerplan **vet** aangeduid. Bij elke doelstelling wordt expliciet toegelicht waar en op welke wijze de leerplandoelstelling in een ander wetenschapsvak aan bod komt.

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 leerlingexperimenten en onderzoeksonderwerpen

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke leerlingexperimenten vermeld. Andere leerlingexperimenten die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

3.2 Leerplan versus handboek

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

- Door vergelijkend microscopische onderzoek... waarnemen, benoemen, tekenen...
- Door vergelijkend microscopische onderzoek... gelijkenissen en verschillen verwoorden
- Structuur... herkennen en eenvoudig voorstellen...
- De betekenis... toelichten...
- Functies verwoorden/beschrijven...
- Functionele verbanden leggen...
- Schematisch weergeven...
- Aan de hand van voorbeelden... bespreken
- Experimenteel vaststellen en verklaren...
- Het belang... illustreren...
- De noodzaak verwoorden...

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

3.3 Taalgericht vakonderwijs

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

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

3.3.1 Context

Onder context verstaan we het betekenis gevend 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 verbanden 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 eventueel een nabespreking.

3.3.3 Taalsteun

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar...). Het begrijpen van deze 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;
 - videofilmjes 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, informatieverwerking, 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 **twee graduren**.

Er worden **minimum 4 lestijden leerlingenexperimenten** uitgevoerd over de graad. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lestijd in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 4 uur voorzien over de graad.

Suggesties voor leerlingenexperimenten en onderzoeksonderwerpen staan vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen). Andere leerlingenexperimenten die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten. Er worden ook suggesties voor demonstratiepractica gegeven.

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

4.1 Onderzoekend leren

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 zullen geïntegreerd worden in de didactische aanpak o.a. via demonstratie-experimenten, tijdens het uitvoeren van leerlingenexperimenten, tijdens een onderwijsleergesprek waar onderzoekende aspecten aan bod komen.

Een **leerlingenexperiment** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **een experiment of waarnemingsopdracht** uitvoeren in het kader van een gegeven onderzoeksvraag. **Hierbij is het maken van een verslag niet verplicht, beperkte rapportering is wel noodzakelijk** (zie wenken bij AD4).

In de 2de graad wordt sterk begeleid aan onderstaande 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 onderzoeksvraag hanteren en indien mogelijk een hypothese of verwachting formuleren.		W1, W2, W4
	Wenken Het formuleren van een hypothese kan geïntegreerd worden in de lesdidactiek bv. bij demo-proeven, leerlingenexperimenten...		
AD2	UITVOEREN Met een aangereikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.		W4, W5
	Wenken Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.: <ul style="list-style-type: none"> • 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, materi- 		

	aal, werkschema; • materiaal correct hanteren: glaswerk, meetapparatuur (pH-meter, balans, chronometer...).	
AD3	REFLECTEREN Over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.	W1, W2, W3, W4
<p>Wenken</p> <p>Reflecteren kan door:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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; • 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: <ul style="list-style-type: none"> - Was mijn hypothese (als... dan...) of verwachting juist? - Waarom was de hypothese niet juist? - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder? 		
AD4	RAPPORTEREN Over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat rapporteren.	W1, W3, W4
<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. <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.

AD5	MAATSCHAPPIJ De wisselwerking tussen biologie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.	W6, W7
<p>Wenken</p> <p>In de 2de graad komen ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de 3de graad komen er</p>		

socio-economische en filosofische aspecten bij.

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

- Wetenschappers wenden technieken aan die op biologische inzichten zijn gebaseerd zoals:
 - 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 gentechnologische toepassingen om afgeleide producten te ontwikkelen en zo een biotech-economie (beursnotaties) uit te bouwen.
- (Nieuwe) technieken worden gebruikt om tot biologische inzichten te komen zoals:
 - gebruik van kleurstoffen en radioactieve tracers bij fundamenteel wetenschappelijk en medische 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 omstreden 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 wingedrag van de biotechbedrijven en de implicaties hiervan voor derdewereldlanden;
- 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 diagnose, 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.

AD6	CULTUUR	W7
	Illustreren dat biologie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	

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 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;
 - de 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.

AD7	DUURZAAMHEID	W4, W6
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.		

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 plasticen, waterzuivering met actief slib...

4.3 Gezondheid

AD8	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 *Bouw van de cel*

(ca 4 lestijden)

B1	Door vergelijkend lichtmicroscopisch onderzoek , plantaardige en dierlijke cellen en hun celstructuren waarnemen, herkennen, benoemen, tekenen.	B1, W2, W3, W4
B2	Door vergelijkend lichtmicroscopisch onderzoek , gelijkenissen en verschillen tussen de celtypes verwoorden.	B1, W2, W3, W4
V2	Aan de hand van lichtmicroscopisch onderzoek , de grootte van plantaardige en dierlijke cellen schatten.	W3

Wenken

De leerlingen kunnen verschillende celtypes met hun 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.

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” vindt men onder de wetenschappelijke vaardigheden de leerlijn microscopie (zie 2.2). Het tekenen van waargenomen structuren laat toe dat leerlingen aandachtiger waarnemen en nadenken over verhoudingen.

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...

Suggestie voor leerlingenexperimenten

Lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken:

- cellen van waterpest, rok van ui, aardappel, meeldraadharen van eendagsbloem... ;
- cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang).

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

Link met het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad

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 het leerplan biologie van de 2de graad

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 richtingen hebben een sterk verschillende ervaring met microscopie t.o.v. de leerlingen uit de wetenschappen. Het is aangewezen hiermee rekening te houden.

B3	Op submicroscopische afbeeldingen van plantaardige en dierlijke cellen, de celstructuren herkennen en benoemen .	B1, W3, W4
B4	Aan de hand van submicroscopische afbeeldingen van plantaardige en dierlijke cellen, de gelijkenissen en verschillen tussen de celtypes verwoorden .	B1, W3, W4
V4a	Aan de hand van elektronenmicroscopische afbeeldingen , de relatieve grootte van cellen en celstructuren schatten .	B1, W3, W4
V4b	Gelijkenissen en verschillen tussen prokaryote en eukaryote cellen herkennen en verwoorden .	B1, W3, W4

Wenken

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

Driedimensionale afbeeldingen en modellen van cellen en celorganellen kunnen helpen om de leerlingen te laten inzien dat cellen/celorganellen driedimensionaal gebouwd zijn. Schaalaanduidingen op de afbeeldingen laten toe om, via metingen, de grootte van de organellen bij benadering te bepalen.

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.

Suggestie voor leerlingenexperiment

- Elektronenmicroscopische structuur van cellen en celorganellen vergelijken.

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 ook het begrip "scheidend vermogen van een optisch toestel" toegelicht worden.

De waargenomen deeltjes zijn zo klein, dat ze met een lichtmicroscop niet kunnen worden geobserveerd. De elektronenmicroscop 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 3 lestijden)

B5	De chemische structuur van sachariden, lipiden, proteïnen en ATP herkennen en eenvoudig voorstellen .	B2, W3
B6	De chemische structuur van de nucleïnezuren (DNA en RNA) bespreken en deze in verband brengen met de specifieke eigenschappen van DNA en RNA.	B2, W3
B7	Het belang van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïnezuren, anorganische ionen, water en gassen voor de celstructuur en het metabolisme toelichten .	B2, W3

Wenken

Organische stoffen (biomoleculen) worden zowel in chemie als biologie behandeld maar vanuit een andere invalshoek (zie link hieronder 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 biopolymeren een gedetailleerde structuurformule weer te geven. Een eenvoudige maar betekenisvolle symbolische voorstelling van de organische bouwstenen en van 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 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;
- de rol van eiwitten als bouwsteen;
- de 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.

Het belang en de functie van ATP als universele biologische en bruikbare energiedrager in de cel kan met voorbeelden aangetoond worden. De cel heeft een energiedrager nodig die energie kan opslaan, vervoeren en later terug kan vrijmaken.

De chemische bouw van het DNA en RNA komt hier uitgebreid aan bod. De eiwitsynthese wordt behan-

deld in leerplandoelstelling B15. Een historische schets van de ontdekking van de structuur van het DNA door Watson, Crick en Franklin kan hier zeker een meerwaarde bieden (AD6). De betekenis van genexpressie komt pas in het tweede deel van de 3de graad aan bod (B32).

Suggesties voor leerlingexperimenten

- Chemische samenstelling van organismen:
 - kwalitatieve bepalingen: aantonen van sachariden, glucose, zetmeel en glycogeen, eiwitten, vetten, water, ionen (elementen).
- Positieve en negatieve resultaten uit herkenningreacties en controleproeven kunnen vergeleken en geïnterpreteerd worden. Cijfergegevens uit de literatuur maken interessante aanvullingen mogelijk.
- DNA
 - Modellen bouwen van DNA.
 - Isolatie van DNA.

Link met het leerplan chemie van 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 (1u) van de 3de graad

In de loop van het 1ste leerjaar van de 3de graad worden de structuurformules van de basisbiomoleculen als toepassing van de systematiek van de organische verbindingen behandeld.

In een verdiepingsdoelstelling 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. Op deze manier wordt het inzicht in de biochemie verankerd.

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

5.1.3 Functies van celstructuren

(ca 4 lestijden)

B8	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
B9	De moleculaire bouw van een biomembraan schematisch weergeven , de verschillende moleculen benoemen en de functies van deze moleculen in de membraan beschrijven .	B1, B2
V9a	Verklaren welke membraancomponenten een rol spelen bij: <ul style="list-style-type: none"> - indeling van de bloedgroepen van het ABO systeem - resuscompatibiliteit - orgaantransplantatie en immuunreacties en deze rol verduidelijken .	W3, W4
V9b	Aan de hand van voorbeelden , transport van stoffen doorheen een biomembraan bespreken .	W1, W3, W4

Wenken

De leerlingen kennen de celorganellen. In dit deel verwerven ze inzicht in de functies en de samenhang van celorganellen waardoor een cel autonoom haar levensfuncties kan vervullen.

De membraancomponenten die aan bod komen zijn o.a. fosfolipiden, cholesterol, perifere eiwitten, transmembraaneiwitten en glycocalix. Het is zeker niet de bedoeling diep in te gaan op de chemische structuur van de moleculen in de biomembranen. Het is wel de bedoeling dat de leerlingen de belangrijkste biologische functies van de membraancomponenten kennen.

Concrete voorbeelden zijn: eiwitten- en suikerketens in het membraan van de rode bloedlichaampjes, de beschadigde glycocalix bij kankercellen, membraaneiwitten van het HLA-systeem.

Ionenpompen, tunneleiwitten, carriers, hormoonreceptoren kunnen hier en bij de bespreking van transport tussen cellen aan bod komen.

In de pool niet-wetenschappen is het niet de bedoeling om het transport van stoffen doorheen het membraan in detail te bespreken. Het is wel belangrijk dat leerlingen inzien dat er al dan niet energie verbruikt wordt bij de opname/afgifte van stoffen tussen cellen onderling en met hun milieu.

De opnamen 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.

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 dialyse-membraan.

Suggesties voor leerlingexperimenten en onderzoeksonderwerp

- 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, helmraden van de eendagsbloemen);
 - frietenproef;
 - kwantitatieve analyse: bepalen van de osmotische waarde van bloed, aardappelcellen...
- Onderzoek doen naar toepassingen van osmoregulatie bij de mens: tranen, hongerbuikjes, bloedcellen in plasma.

5.2 Stof- en energieomzettingen

5.2.1 Rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen

(ca 2 lestijden)

B10	Experimenteel vaststellen en verklaren dat enzymen reacties katalyseren en dat de werking van enzymen beïnvloed wordt door fysische en chemische factoren.	B2, W2, W3, W4
-----	---	-------------------

Wenken

Uit 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 specifiek-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 biologie summier behandeld worden (zie link chemie).

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 hydrolysereactie 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 leerlingexperimenten en demo-experimenten

Deze onderwerpen lenen zich uitstekend om de AD 1 tot en met AD 4 te realiseren.

- Onderzoek doen naar enzymen en factoren die de enzymwerking beïnvloeden:
 - enzymen bevatten eiwitten;
 - denatureren van enzymen (koken, zuurgraad...);
 - specificiteit van enzymen (werking van amylase, pepsine...);
 - invloed van de temperatuur op enzymwerking;
 - 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 van 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.

5.2.2 Voorbeelden van stof- en energieomzettingen

(ca 5 lestijden)

B12	Het belang van fotosynthese en celademhaling voor autotrofe en heterotrofe organismen illustreeren .	B2, W2, W3
B13	Aan de hand van een eenvoudig gegeven schema , stof- en energieomzettingen bij de fotosynthese toelichten en situeren in de cel.	B1, B2, W3, W4
B14	Aan de hand van een eenvoudig gegeven schema , stof- en energieomzettingen bij de aerobe celademhaling toelichten en situeren in de cel.	B1, B2, W3, W4
V14	De aerobe en anaerobe celademhaling vergelijken en situeren in de cel.	B1, B2, W3, W4

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.

De fotosynthese-experimenten van de Nederlandse arts Jan Ingenhousz kunnen een uitgangspunt zijn om dit onderwerp onderzoekend aan te pakken (AD1 tot en met AD4 en AD6). Het biochemisch proces van de fotosynthese kan met een heel eenvoudig schema weergegeven worden. 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.

Uit de beschrijving van het historisch experiment, waarbij aan een proefdier radioactief gemerkt glucose wordt toegediend, kunnen de leerlingen afleiden dat de uitgedemde CO_2 uit de opgenomen glucose afkomstig is. De aerobe ademhaling kan worden gelokaliseerd in de eukaryote cel en in een vereenvoudigd schema worden voorgesteld. Het is niet de bedoeling de volledige celademhaling in detail te reconstrueren. De rol van ATP, enzymen en co-enzymen in het stapsgewijs vrijzetten van energie moet wel aan bod komen.

Het is aangewezen de leerlingen erop te wijzen dat celademhaling ook voorkomt bij planten. Hierbij kan dan het verband tussen de celademhaling en de fotosynthese benadrukt worden.

Het belang van de melkzuurgisting in menselijke cellen bij intens sporten kan hier aan bod komen.

Suggesties voor leerlingexperimenten

- Aantonen van opslag van zetmeel in een blad, opname van CO_2 , productie van O_2 .
- 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.
- Ademhaling:
 - Rendement en respiratorisch quotiënt uit cijfergegevens afleiden.
- Gisting:
 - Microscopisch onderzoek doen van de knopvorming van bakkergist (kleuring met lugol, congorood).
 - Onderzoek doen naar de factoren die de alcoholische gisting beïnvloeden.
 - Onderzoek doen naar de factoren die de melkzuurvorming bij het sporten beïnvloeden.

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 komen met een aantal begrippen uit de optica.

Link met het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad

In NW worden de volgende doelstellingen gerealiseerd:

- 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 in 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.

In het vierde jaar wordt ook 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 komen aan bod.

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.

B15	Aan de hand van een gegeven schema, het verloop van de eiwitsynthese weergeven en situeren in de cel.	B1, B4, W3
-----	--	------------

Wenken

De rol van eiwitten 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. 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.

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.

5.3 Genetisch materiaal en celdelingen

(ca 7 lestijden)

B16	Het begrip genetisch materiaal verduidelijken door verbanden te leggen tussen chromatine, chromosomen, chromatiden en DNA in diploïde en haploïde cellen.	B4, W3
B17	De noodzaak van een DNA-replicatie verwoorden en situieren in de celcyclus.	B3, B4, W3
V17	Het verloop van de DNA-replicatie bespreken .	B4, W3
B18	Het belang van mitose en meiose duiden .	B3, W3
B19	Aan de hand van een schema, het verloop van de mitose toelichten .	B3, W3

B20	Aan de hand van een schema , het verloop van de meiose toelichten.	B3, W3
V20	Factoren bespreken die een celdeling beïnvloeden.	W3

Wenken

Het verband wordt gelegd tussen de begrippen chromatine, chromatinedraden (zusterchromatiden), chromosomen, homologe chromosomen, telomeren, kernfase, diploïd, haploïd.

Genen en allelen kunnen later aan bod komen (B29).

Om verwarring en misconcepten te voorkomen, is het nodig om de begrippen en beelden voor de leerlingen heel expliciet met elkaar te verbinden. Het werken met materiële dragers is hier aangewezen. Aan de hand van elektronenmicroscopische beelden, een model en/of afbeeldingen 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.

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 (o.a. straling, temperatuur) en chemische (o.a. organische stoffen) factoren die een stimulerende of remmende invloed kunnen hebben op de celdeling worden besproken. Ook radio- en chemotherapie kunnen aan bod komen.

Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Microscopisch onderzoek uitvoeren van mitosefiguren (worteltop van een ui, van een hyacint, van een tulp).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een mitose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een meiose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Een vergelijkende studie maken tussen mitose en meiose.

Tweede deel van de 3de graad

(ca 25 lestijden)

5.4 Voortplanting bij de mens

(ca 10 lestijden)

5.4.1 Biologische betekenis van voortplanten

B21	De biologische betekenis van voortplanting toelichten .	B4
Wenken Aan de hand van voorbeelden uit de natuur kan men aantonen 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. Genetische variatie bij geslachtelijke voortplanting en de rol van meiose hierin kunnen ook aan bod komen.		

5.4.2 Voortplanting bij de mens

B22	Primaire en secundaire geslachtskenmerken bij man en vrouw bespreken .	B5, W3
B23	De seksuele cyclus bij de vrouw bespreken .	B5, W3
B24	De seksuele cyclus bij de man bespreken .	B5, W3
B25	De bevruchting en de geboorte beschrijven en de verschillen tussen de embryonale en foetale fase bespreken .	B7
V25	De hormonale regulatie van de geboorte en de lactatie bespreken .	B7
B26	Enkele externe factoren , die de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden, toelichten .	B7, W4
B27	Methoden voor de beperking van de vruchtbaarheid bespreken en hun betrouwbaarheid vergelijken .	B6, W1, W4, W7
B28	Methoden om vruchtbaarheid te stimuleren toelichten .	B6, W1, W4, W7
V28	Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen bespreken .	W7
Wenken Met de seksuele cyclus van de vrouw wordt de periodiciteit van de eicelvorming, hormoonconcentraties, veranderingen van lichaamstemperatuur, groei van het baarmoederslijmvlies bedoeld. Deze 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, schetsen is hierbij aangewezen.

Het is wel van belang om de invloed van externe factoren die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden, te bespreken. Leeftijd van de moeder, roken, alcohol, medicatie, drugs en stress, spannend ondergoed kunnen aan bod komen. Het is echter 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.

Voor- en nadelen van verschillende methoden van de anticonceptie en vruchtbaarheidsbehandeling worden besproken en daarbij kan ook het verband met de cycli en de specifieke bouw van de voortplantingsorganen bij man en vrouw 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 er aandacht geschonken worden aan ethische aspecten zoals het belang van respect voor elkaars lichamelijke 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, arts, Sensoa. Een thematische samenwerking met de leraar godsdienst, arts, CLB van de school kunnen een meerwaarde bieden.

Suggesties voor leerlingexperimenten

- Microscopisch onderzoek uitvoeren van ovarium, eileider, baarmoederwand, stadia in de eicel.
- Microscopisch onderzoek uitvoeren van testis, bijbal, zaadleider, prostaat.

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.

5.5 Genetica

(ca 10 lestijden)

5.5.1 Chromosomale genetica

B29	Een inhoud formuleren voor de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype en fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving.	B8, W3, W4
B30	De wetten van Mendel toepassen in concrete vraagstukken, kruisingsschema's en stambomen.	B8, W3, W4
B31	Aan de hand van concrete vraagstukken, kruisingsschema's en stambomen, de overerving van codominante allelen, multi-pele allelen, polygenie en geslachtsgebonden allelen interpreteren en toelichten.	B8, W3, W4

V31	Aan de hand van resultaten van kruisingsproeven, de overerving en recombinatie van gekoppelde genen interpreteren en toelichten.	B8, W3, W4
<p>Wenken</p> <p>De proeven van Mendel kunnen aangehaald worden als voorbeeld van een doordacht wetenschappelijk onderzoek maar het is zeker niet de bedoeling om deze wetten uitgebreid te behandelen. In concrete vraagstukken worden de wetten van Mendel gekoppeld aan de kennis van genen en hun locatie op de chromosomen. De symbolische voorstelling komt hier aan bod.</p> <p>Door de bespreking van concrete voorbeelden van overerving met codominantie, multiële, letale allelen en polygenie, geslachtsgebonden allelen/genen wordt het inzicht in overerving van genen uitgebreid en verfijnd. Het is zeker niet de bedoeling om van elk type overerving veel vraagstukken te maken. 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.</p> <p>Mogelijke toepassingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • multiple allelen o.a. ABO-systeem bij de mens; • cryptomerie – polygenie; • gekoppelde genen: <ul style="list-style-type: none"> - resultaten van Morgan voor gekoppelde genen bij <i>Drosophila</i>, - HLA-systeem (Human Leukocyte Antigens) van de mens; • geslachtsgebonden genen: <ul style="list-style-type: none"> - Y geslachtschromosoom gebonden genen: TDF- en MIS-gen in SRY (Sex determining Region Y), - X geslachtschromosoom gebonden genen met recessieve allelen (Daltonisme, hemofilie en spierdystrofie van Duchenne). <p>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.</p> <p>Suggestie voor onderzoeksonderwerp</p> <p>Het oplossen van analysevraagstukken, het beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypes van de nakomelingen en van overervingmechanisme uit de resultaten van de kruisingen en uit stamboomanalyse kan onderdeel zijn van een uitgebreidere onderzoeksopdracht (AD2 tot en met AD4).</p>		

5.5.2 *Modificaties en mutaties*

B32	Met een voorbeeld van overerfbare eiwitdefecten aantonen dat de erfelijke informatie voor de synthese van eiwitten op het DNA ligt.	B2, B4, W3
B33	Illustreeren dat variatie tussen organismen ontstaat door de samenwerking van genetische factoren en omgevingsinvloeden.	B2, B9, W1, W3
B34	Illustreeren dat er verschillende vormen van mutaties bestaan en dat ze op verschillende wijzen kunnen ontstaan.	B9, W1, W3
V34	Belang van mitochondriale overerving toelichten.	B2

Wenken

De eiwitsynthese en de rol van eiwitten kwam al eerder aan bod (B15). Hier kan met één voorbeeld, dat nauw aansluit bij de leefwereld van de leerlingen, aangetoond worden dat veranderingen in het DNA meestal resulteren in eiwitdefecten. Mogelijke voorbeelden van eiwitdefecten zijn: spierdystrofie, fenyktonurie, diabetes, hemofilie, kleurenblindheid, sikkelcelanemie, dwerggroei, albinisme, jicht.

Het is belangrijk dat de leerlingen inzicht verwerven in het feit dat de grote 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 “,” en “epigenetica” kunnen hier aan bod komen.

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

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. Ze kunnen ook hier behandeld worden en als toepassingen van gentechnologie gekaderd worden.

Suggestie voor een leerlingexperiment

- 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.

5.5.3 Gentechnologie

B35	Toepassingen van gentechnieken met inbegrip van genetische testen illustreren en de ethische dimensie ervan toelichten .	W1, W6, W7
V35	Het principe van enkele gentechnieken bespreken .	W1, W7

Wenken

Vanuit de ontdekking en kennis van plasmiden, restrictie-enzymen en ligasen 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 bij bacteriën, dieren en planten, heeft de wetenschap de weg geopend naar tal van technische, medische en agrarische toepassingen.

Een beperkt aantal voorbeelden kan hier aan bod komen. Het is zeker niet de bedoeling de technische aspecten van het ontstaan van GGO, PCR, southern blot in detail te beschrijven en te bespreken. Polymerase kettingreactie (PCR), DNA fingerprint kunnen met computersimulaties toegankelijk gemaakt worden. In de praktijk van een laboratorium zal dat later ongetwijfeld zeker aan bod komen.

Bij de ontwikkeling van nieuwe technologische toepassingen is een maatschappelijk debat belangrijk. Sommige toepassingen zijn onmisbaar, andere zijn omstreden. De op biologisch 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 bio-techbedrijven, de implicaties voor derdewereldlanden, de keuzevrijheid van con-

sument en producent, de verantwoordelijkheid t.o.v. milieu en gezondheid (AD5), prenatale/genetische diagnostiek, verwantschapstesten, opsporen van gendefecten, therapeutisch en reproductief klonen.

Suggestie voor onderzoeksonderwerp

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.

5.6 Ontstaan en evolutie van soorten

(ca 5 lestijden)

B36	Argumenten aangeven die de biologische evolutietheorie ondersteunen en tegenargumenten kritisch bespreken.	B10, W1, W2
B37	De evolutie van soorten verklaren volgens de theorieën van de Lamarck en Darwin.	B10, W1, W2
B38	Mechanismen , die aan de basis liggen van het ontstaan en de evolutie van soorten, toelichten met de huidige evolutietheorie.	B10, W1, W2

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 tegen de evolutietheorie worden kritisch besproken.

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

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 in de chromosomale, moleculaire en populatiegenetica.

Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

- Uit waarnemingen op skeletten van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten, ademhalingsorganen van gewervelde dieren argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen.
- Een workshop volgen in een museum van natuurwetenschappen.

Het proces van menswording of hominatie 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 deze vormen. De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig ontdekt men immers nog nieuwe fossielen die het opstellen van verwantschapsbomen tot een ingewikkelde puzzel maken.

Suggestie voor onderzoeksonderwerp

- Op foto's en 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 leerlingexperimenten is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren 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 leerlingexperimenten te kunnen organiseren, is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk. Hierbij moeten voorzieningen aanwezig zijn voor afvoer van schadelijke dampen en gassen.

Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.

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

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

6.2 Uitrusting

De suggesties voor leerlingexperimenten, vermeld bij de leerplandoelstellingen, vormen geen lijst van verplicht uit te voeren experimenten, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde experimenten, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een lab nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal items toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3). Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurere 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, reageerbuisen 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 waarnemingen

- 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:

- Door vergelijkend microscopische onderzoek... waarnemen, benoemen, tekenen...
- Door vergelijkend microscopische onderzoek... gelijkenissen en verschillen verwoorden
- Structuur... herkennen en eenvoudig voorstellen...
- Het belang/de betekenis toelichten... illustreren...
- Functies verwoorden/beschrijven...
- Functionele verbanden leggen...
- Schematisch weergeven...
- Aan de hand van voorbeelden... bespreken
- Experimenteel vaststellen en verklaren...
- De noodzaak verwoorden...

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. AD8). Tevens is het leerproces intrinsiek verbonden aan de concentrische opbouw van de leerplannen biologie.

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

8 Eindtermen basisvorming wetenschappen

8.1 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. Wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden gebruiken.
- W5. Veilig en verantwoord omgaan met stoffen, elektrische toestellen, geluid en EM-straling.

8.2 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 samenwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

8.3 Vakgebonden 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 menstruatiecycclus 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.

8.4 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.

8.5 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 bewegings-toestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- F3. De volgende kernfysische aspecten aan de hand van toepassingen of voorbeelden illustreren:
- aard van α -, β - en γ -straling;
 - activiteit en halveringstijd;
 - kernfusie en kernsplijting;
 - 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

☞ 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.vvksso@vsko.be).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer. Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.
