



## TOEGEPASTE BIOLOGIE

derde graad tso

Lichamelijke opvoeding en sport

Topsport

BRUSSEL

D/2017/13.758/025

September 2017

(vervangt gedeeltelijk leerplan  
D/2010/7841/007 enkel voor het gedeelte  
Toegepaste biologie)



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding en situering van het leerplan .....</b>	<b>4</b>
1.1	Inleiding .....	4
1.2	Plaats van dit leerplan in de lessentabel .....	4
<b>2</b>	<b>Beginsituatie en instroom .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Leerlijnen .....</b>	<b>6</b>
3.1	De vormende lijn voor natuurwetenschappen .....	7
3.2	Leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste tot de derde graad .....	8
3.3	Leerlijn en mogelijke timing Toegepaste biologie .....	12
<b>4</b>	<b>Christelijke mensbeeld .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Algemene pedagogisch-didactische wenken.....</b>	<b>14</b>
5.1	Leeswijzer bij de doelstellingen .....	14
5.2	Leerplan versus handboek .....	15
5.3	Taalgericht vakonderwijs .....	16
5.4	ICT.....	17
<b>6</b>	<b>Algemene doelstellingen .....</b>	<b>18</b>
6.1	Onderzoekend leren .....	19
6.2	Wetenschap en samenleving.....	21
6.3	Veiligheid en gezondheid .....	23
<b>7</b>	<b>Leerplandoelstellingen.....</b>	<b>24</b>
7.1	Functionele morfologie van de cel .....	24
7.2	Cellen in verband .....	25
7.3	Stof- en energieomzettingen .....	27
7.4	Beweging .....	33
7.5	Coördinatie van lichaamsfuncties .....	39
7.6	Homeostase .....	43
7.7	Genetisch materiaal en celcyclus.....	47
7.8	Voortplanting .....	49
7.9	Erfelijkheid .....	53
7.10	Evolutie .....	57
7.11	Afweer (U) .....	58

7.12	Organismen die de gezondheid beïnvloeden (U) .....	61
<b>8</b>	<b>Minimale materiële vereisten .....</b>	<b>63</b>
8.1	Algemeen.....	63
8.2	Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving .....	63
8.3	Basismateriaal .....	63
<b>9</b>	<b>Evaluatie.....</b>	<b>64</b>
9.1	Inleiding .....	64
9.2	Leerstrategieën.....	64
9.3	Proces- en productevaluatie.....	64
9.4	Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten .....	65
<b>10</b>	<b>Begrippenkader .....</b>	<b>66</b>
10.1	Leerplanbegrippen .....	66
10.2	Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen .....	67
<b>11</b>	<b>Eindtermen.....</b>	<b>68</b>





# 1 Inleiding en situering van het leerplan

## 1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor het vak Toegepaste biologie in de studierichting 3de graad tso Lichamelijke opvoeding en sport/Topsport.

## 1.2 Plaats van dit leerplan in de lessentabel

Zie [www.katholiekonderwijs.vlaanderen](http://www.katholiekonderwijs.vlaanderen) bij leerplannen & lessentabellen.

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

## 2 Beginsituatie en instroom

De meeste leerlingen hebben reeds kennis gemaakt met de geïntegreerde aanpak van natuurwetenschappen (tweede graad tso/kso). Andere leerlingen komen uit studierichtingen waar ze via fysica, chemie en/of biologie hebben kennis gemaakt met wetenschappelijke begrippen en de wetenschappelijke methode.

Volgende begrippen kwamen in alle richtingen van de tweede graad tso/kso (met uitzondering van de techniekrichtingen) zeker aan bod:

- **Begrippen i.v.m. materie en materie-eigenschappen:** materiemodel: mengsel en zuivere stof, deeltjesmodel (atoom, molecule) , enkelvoudige en samengestelde stof; moleculaire formules, aggregatietoestand, faseovergangen, chemische reactie, massa en massadichtheid, omgaan met stoffen in leefwereldsituaties.
- **Begrippen i.v.m. kracht en beweging:** zwaartekracht, verandering van bewegingstoestand
- **Begrippen i.v.m. energie:** arbeid, energie- en energieomzettingen
- **Begrippen i.v.m. druk:** kwalitatief in concrete situaties
- **Begrippen i.v.m. licht en zien:** terugkaatsing en breking, optische toestellen
- **Begrippen i.v.m. ecologie:** relaties tussen organismen en milieu
- **Begrippen i.v.m. warmteleer:** warmtehoeveelheid en temperatuursveranderingen, thermisch evenwicht

Een aantal onderwerpen zijn specifiek aan de richting verbonden en zijn hier niet opgenomen. Voor meer informatie verwijzen we naar de specifieke leerlijnen die in elk leerplan van de tweede graad vermeld staan.

### 3 Leerlijnen

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

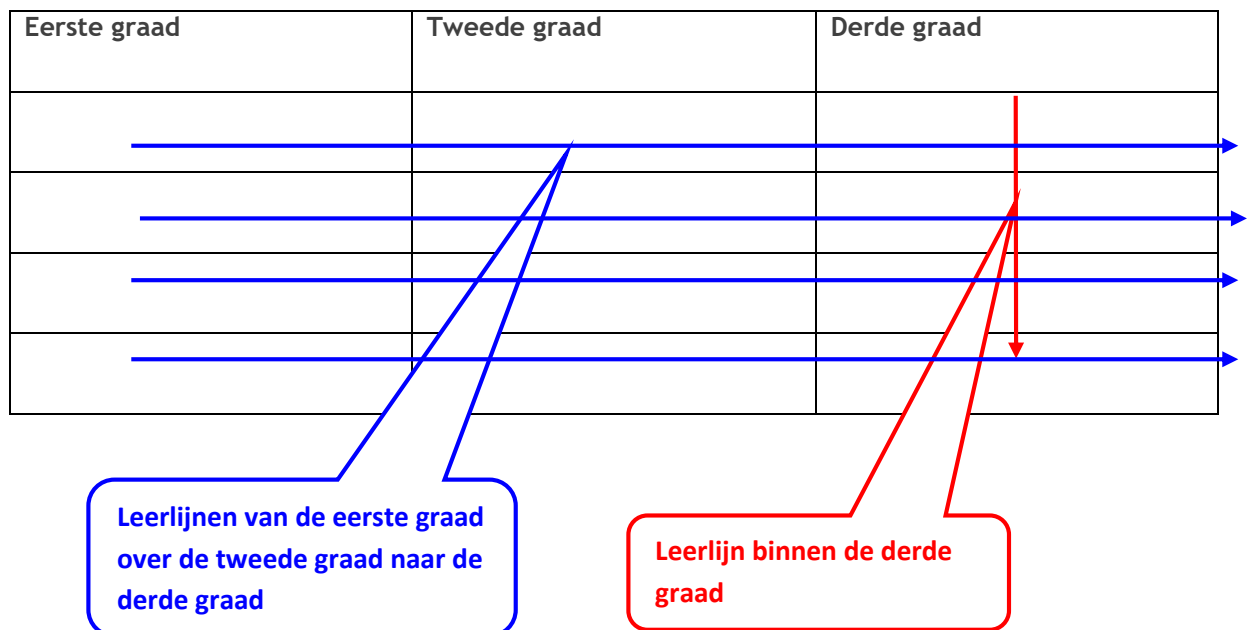
Leerlijnen geven de samenhang in de doelen, in de leerinhoud en in de uit te werken thema's weer.

**De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot de derde graad van het secundair onderwijs (zie 3.1).

**De leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste tot de derde graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 3.2).

**De leerlijn Toegepaste biologie binnen de derde graad tso Lichamelijke opvoeding en sport/ Topsport** beschrijft de samenhang van de thema's biologie (zie 3.3).

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!**



### 3.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen

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



## 3.2 Leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste tot de derde graad

Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega's van de tweede graad nodig.

Leerlijn	1ste graad	2de graad	Derde graad
<b>Materie</b>	<p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen</li> <li>- De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur</li> </ul> <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengsels en zuivere stoffen</li> <li>- Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte</li> <li>- Massa en volume</li> <li>- Uitzetten en inkrimpen</li> </ul> <p><u>Faseovergangen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kwalitatief</li> </ul> <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel</li> </ul>	<p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moleculen</li> <li>- Atoombouw (atoommodel van Rutherford)</li> </ul> <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stofconstanten: smeltpunt, kookpunt, massadichtheid</li> <li>- Symbolische voorstelling van atomen en moleculen</li> <li>- Moleculaire structuren</li> <li>- Enkelvoudige/samengestelde stoffen</li> <li>- Oplossingen: opgeloste stof, oplosmiddel, concentratie</li> <li>- pH van een oplossing</li> <li>- Water/niet-wateroplosbaar</li> </ul> <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemische reacties - reactievergelijkingen</li> <li>- Botsingsmodel</li> </ul>	<p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lewisstructuren</li> <li>- Polaire-apolaire verbindingen</li> <li>- Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers)</li> </ul> <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reactiesnelheid kwalitatief</li> <li>- Chemisch evenwicht</li> <li>- Reactiesoorten: zuur-basereacties, reacties in de koolstofchemie</li> <li>- Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties</li> </ul>



<b>Kracht, snelheid, druk</b>	<p><u><b>Snelheid</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kracht en snelheidsverandering</li> </ul> <p><u><b>Krachtwerking</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</li> </ul> <p><u><b>Soorten krachten</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnetische</li> <li>- Elektrische</li> <li>- Mechanische</li> </ul>	<p><u><b>Snelheid</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kracht en bewegingstoestand</li> <li>- ERB</li> </ul> <p><u><b>Krachtwerking</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kracht is een vectoriële grootheid</li> </ul> <p><u><b>Soorten krachten</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwaartekracht</li> </ul> <p><u><b>Druk</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druk bij vaste stoffen</li> <li>- Druk in gassen (m.i.v. luchtdruk)</li> </ul>	<p><u><b>Snelheid</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ERB, EVRB, vrije val en verticale worp omhoog, horizontale en schuine worp, ECB</li> </ul> <p><u><b>Krachtwerking</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Samenstellen en ontbinden van krachten</li> <li>- Wetten van Newton</li> <li>- Evenwicht en momenten</li> <li>- Krachtstoot en bewegingshoeveelheid</li> </ul> <p><u><b>Soorten krachten</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwaartekracht en zwaartepunt, gewicht</li> <li>- Wrijvings- en weerstandskrachten</li> <li>- Permanente en elektromagneten</li> <li>- Lorentzkracht</li> </ul>
	<b>Energie</b>	<p><u><b>Energievormen</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</li> </ul> <p><u><b>Energieomzettingen</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotosynthese</li> </ul> <p><u><b>Transport van energie</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geleiding</li> <li>- Convectorie</li> <li>- Straling</li> </ul> <p><u><b>Licht en straling</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zichtbare en onzichtbare straling</li> </ul>	<p><u><b>Energievormen</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</li> </ul> <p><u><b>Energieomzettingen</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wet van behoud van energie</li> <li>- Rendement van een energieomzetting</li> <li>- Vermogen</li> <li>- Exo- en endo-energetische chemische reacties</li> </ul> <p><u><b>Transport van energie</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deeltjesmodel (geleiding, convectorie, straling)</li> </ul> <p><u><b>Licht en straling</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onderscheid EM-straling en geluid</li> </ul>





**Biologische eenheid**

- 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)

**Soorten**

- Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten
- Verscheidenheid
- Aanpassingen aan omgeving

**Leven doorgeven**

- Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens

**Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving**

- Gezondheid (n.a.v. stelsels)
- Abiotische en biotische relaties:
  - ✓voedselrelaties
  - ✓invloed mens
- Duurzaam leven

**Evolutie**

- Verscheidenheid
- Biodiversiteit vaststellen
- Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)

**Biologische eenheid**

- Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

**Soorten**

- Als voortplantingscriterium
- Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie

**Leven doorgeven**

- DNA en celdelingen (mitose en meiose)
- Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie
- Chromosomale genetica
- Moleculaire genetica
- Biotechnologie

**Interacties tussen organismen onderling en omgeving**

- Gezondheid: immunologie
- Stofuitwisseling: passief en actief
- Biotechnologie

**Evolutie**

- Biodiversiteit verklaren
- Aanwijzingen
- Theorieën
- Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens

**Microbiologie**

- Bacteriële cel
- Groei en groeicurve
- Nuttige en schadelijke soorten
- Virussen

**Ecologie: relaties tussen organismen en milieu**

- Ecosysteem
- Biodiversiteit
- Invloed van de mens

**Waarnemen van organismen en verschijnselen**

- Geleid

**Metingen**

- Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...)
- Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren

**Gegevens**

- Onder begeleiding:
  - ✓ grafieken interpreteren
- Determineerkaarten hanteren

**Instructies**

- Gesloten
- Begeleid

**Microscopie**

- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren

**Onderzoekskompetentie**

- Onder begeleiding en klassikaal
- Onderzoeksstappen onderscheiden:
  - ✓ onderzoeksvraag
  - ✓ hypothese formuleren
  - ✓ voorbereiden
  - ✓ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven,
  - ✓ besluit formuleren

**Waarnemen van verschijnselen**

- Geleid en gericht

**Metingen**

- SI eenheden

**Gegevens**

- Begeleid zelfstandig:
  - ✓ wetmatigheden interpreteren
  - ✓ verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig

**Onderzoekend leren**

- Onder begeleiding de natuurwetenschappelijke methode hanteren

**Waarnemen van verschijnselen**

- Geleid en gericht

**Gegevens**

- Begeleid zelfstandig:
  - ✓ wetmatigheden interpreteren
  - ✓ verbanden tussen factoren interpreteren

**Onderzoekend leren**

- Onder begeleiding de natuurwetenschappelijke methode hanteren



### 3.3 Leerlijn en mogelijke timing Toegepaste biologie

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

Het verplichte deel is geschreven voor 200 lestijden.

Hoofdstukken	Lestijden
<b>Functionele morfologie van de cel</b>	6
<b>Cellen in verband</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Celdifferentiatie en weefsels</li> <li>• Processen van uitwisseling van stoffen tussen cellen en milieu</li> </ul>	6
<b>Stof- en energieomzettingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Functie van enzymen bij stof- en energieomzettingen</li> <li>• Voeding en vertering bij de mens</li> <li>• Ademhaling en celademhaling</li> <li>• Energieomzettingen en trainingsprincipe</li> </ul>	22
<b>Beweging</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichaamsassen en lichaamsvlakken</li> <li>• Het skelet en beenderen</li> <li>• Gewrichten</li> <li>• Spieren</li> <li>• Beweging en houdingen</li> <li>• Beweging en gezondheid</li> </ul>	50
<b>Coördinatie van lichaamsfuncties</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betekenis</li> <li>• Het zenuwstelsel</li> <li>• Het endocrien stelsel</li> </ul>	20
<b>Homeostase</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betekenis van de homeostase</li> <li>• Homeostatische functie van het bloed</li> <li>• Homeostatische functie van de lymfe</li> <li>• Homeostatische functie van de excretieorganen</li> <li>• Homeostatische functie van de huid</li> <li>• Homeostatische functie van de lever</li> </ul>	25
<b>Genetisch materiaal en Celcyclus</b>	6
<b>Voortplanting</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische betekenis van de geslachtelijke voortplanting</li> <li>• Voortplanting bij de mens</li> </ul>	12
<b>Erfelijkheid</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromosomale erfelijkheid</li> <li>• Moleculaire erfelijkheid</li> <li>• Biotechnologie</li> </ul>	16
<b>Evolutie</b>	6
<b>Afweer (U)</b>	10
<b>Organismen die de gezondheid beïnvloeden (U)</b>	10

## 4 Christelijke mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Dit leerplan Toegepaste biologie biedt kansen om waarden aan te reiken:

respect voor de medemens;

- focus op talent;
- respectvol omgaan met eigen lichaam;
- solidariteit;
- verbondenheid;
- zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met eigen geloof, andersgelovigen en niet-gelovigen;
- vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen.

De houding, de competenties, interactievaardigheden en de persoonlijkheid van de leraar kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De leraar creëert kansen voor de leerling om het geleerde een eigen betekenis en zin te geven in het leven. De houding, de competenties, de interactievaardigheden, de persoonlijkheid van de leraar en de manier waarop hij in het leven staat, kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De vakkennis en competentie van de leraar staan garant voor een soort deskundigheid. De zorg, gedrevenheid en begeestering van de leraar (meesterschap van de leraar) inspireren de leerling in zijn groei. Dit meesterschap stimuleert de aandacht en de interesse van de leerling, daagt de leerling uit om te leren en plezier te hebben in het leren.

**Bezielende leraren zijn altijd bezielde leraren.**

## 5 Algemene pedagogisch-didactische wenken

### 5.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

#### 5.1.1 Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen (AD) slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. De AD worden gerealiseerd binnen leerinhouden die worden bepaald door de leerplandoelstellingen.

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Wenken	Verwijzing naar eindtermen
AD5	<b>MAATSCHAPPIJ</b> De <b>wisselwerking</b> tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak <b>illustre</b> ren.		NW 6
<b>Wenken</b> In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij. De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en de maatschappij. Belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier) kan ter sprake komen.			

#### 5.1.2 Doelstellingen

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

Bij sommige basisdoelstellingen kan de leerkracht uitbreidend gaan werken. Als het cijfer, volgend op de "U", hetzelfde is als de basisdoelstelling die eraan voorafgaat dan horen deze bij elkaar. Uitbreidende doelstellingen zonder koppeling aan een basisdoelstelling worden in dit leerplan genummerd vanaf U106, U107...

Een uitbreidende doelstelling beoogt een extra leerinhoud. Men dient dit dan ook als dusdanig mee te nemen in de evaluatie.

In elke doelstelling is de leerstrategie en het beheersingsniveau (werkwoord) "**vetjes**" aangeduid. De operationele formulering maakt een verbinding tussen het leerproduct (inhoudelijk) en het leerproces (leerstrategie). 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:

- **Aan de hand van afbeeldingen** en schema's... **herkennen** en **benoemen**
- ...functie **toelichten**
- ...**duiden**...
- ...**verduidelijken door het verband te leggen**
- ...**beschrijven**...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

B89	De <b>invloed</b> van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus <b>bespreken</b> .	NW3 NW5 NW6
U89	De gangbare <b>technieken</b> bij prenatale diagnose <b>beschrijven</b> .	

**Wenken**

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stress, knellend ondergoed, stralingen de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden. De link met AD5, AD6, AD7 en AD8 wordt gelegd.

Bij de prenatale diagnostiek kan er onderscheid gemaakt worden tussen de routinematige controles en de technieken toegepast bij risicozwangerschappen zoals vruchtwaterpunctie, chorionvlokkentest.

### 5.1.3 *Wenken*

Wenken zijn niet-bindende adviezen waarmee de leraar en/of vakwerkgroep kan rekening houden om de lessen doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.

#### *Link met het leerplan van de eerste graad en tweede graad*

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de 1<sup>ste</sup> graad en 2<sup>de</sup> graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

## 5.2 **Leerplan versus handboek**

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

- ...Aan de hand van afbeeldingen en schema's... herkennen en benoemen en hun functie toelichten
- ...duiden...
- ...verduidelijken door het verband te leggen...
- ...beschrijven...
- ...kwalitatief toepassen...
- ...structuren verbinden met macroscopische eigenschappen...





...voorstellen als...

...herkennen als...

Uit waarnemingen afleiden...

Het belang van... illustreren aan de hand van een voorbeeld

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.

## 5.3 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 toegepaste biologie.

In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen toegepaste biologie meer taalgericht te maken.

Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

### 5.3.1 Context

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

De leerling van de 2de graad heeft kennis verworven in het basisonderwijs en de 1ste graad. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de 1ste graad aangegeven. Leerlijnen zijn richtsnoeren bij het uitwerken van contextrijke lessen.

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

### 5.3.2 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.
- 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 (onderzoeks)vraag.



- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

### 5.3.3 *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...). De betekenis van deze woorden is noodzakelijk om de betekenis van de opdracht te begrijpen.

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

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

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.

## 5.4 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.

- Als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerking (opzoeken van informatie in elektronische gegevensbanken, mindmapping...);
- Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren (vb. grafisch aantonen van de invloed van een bepaalde parameter...);
- Voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform (inoefenen van concepten en vaardigheden met behulp van digitaal lesmateriaal al of niet geïntegreerd met een elektronische leeromgeving) apps...;
- Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform... actief en ontdekkend leren aan de hand van bijvoorbeeld vraag gestuurde presentaties;
- Bij communicatie;
- ...





## 6 Algemene doelstellingen

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

Het uitgangspunt van dit leerplan toegepaste biologie is inzicht verwerven in de bouw en werking van het menselijk lichaam met bijzondere aandacht voor beweging en gezondheid. Zowel de algemene doelstellingen als de leerplandoelstellingen zullen vanuit die visie geïnterpreteerd worden door de leerplandoelstellingen te realiseren vanuit de leef- en/of interessewereld van de leerlingen.

De Natuurwetenschappen zijn in essentie een probleemherkende en -oplossende activiteit. Het hanteren of stellen van onderzoeksvragen en hypothesen, het uitvoeren van (demo-) experimenten, het reflecteren (over denkbeelden, waarnemingen en onderzoeksresultaten) zijn aspecten die essentieel zijn om te leren hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt.

Het leerplan Toegepaste biologie voor de 3de graad tso Lichamelijke opvoeding en sport/Topsport is een graadleerplan voor 4 wekelijkse lestijden per leerjaar.

### Leerlingenexperimenten

Hierbij zijn 2 lesuren leerlingenexperimenten per leerjaar verplicht.

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).

### Demonstratie-experimenten

Ook demonstratie-experimenten zijn **verplicht**.

Tijdens de (demonstratie)-experimenten wordt de nodige aandacht besteed aan:

- het veilig werken door o.a. het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
- formules kwalitatief in contexten te hanteren om verbanden te begrijpen en te verduidelijken. Het kwalitatief hanteren van formules wordt verduidelijkt bij de wenken van de leerplandoelstellingen.
- het persoonsgerichte en het maatschappelijke belang zichtbaar te maken. Vooral de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' komen hier in het vizier.

Deze visie van wetenschappelijke geletterdheid (contexten, lesdidactiek, omgaan met formules, persoonsgericht en maatschappelijk belang) wordt zowel in de leerplandoelstellingen als de wenken geëxpliciteerd.

## 6.1 Onderzoekend leren

AD1	<b>ONDERZOEKSVRAAG</b> Onder begeleiding een onderzoeksvraag hanteren en indien mogelijk een hypothese of verwachting formuleren.
<b>Wenken</b> Leerlingen geven eerst (zonder onderzoek) een antwoord (een eigen hypothese of verwachting met een mogelijke verklaring) op deze vraag. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen. Een demonstratie-experiment wordt niet louter als een illustratie van de theorie gezien. Een experiment start bij een (onderzoeks-)vraag waarop men eerst een hypothese (verwachting) formuleert. Het experiment bevestigt of verworpt de hypothese. Nadien kan men via reflectie veralgemenen (bv. in een formule). Door sterk betrokken te zijn bij demonstratieproeven worden de leerlingen geleidelijk aan meer vertrouwd met de <b>wetenschappelijke methode</b> . <b>Link met het leerplan Natuurwetenschappen van de 1ste graad</b> Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad. In de 2de graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling. <b>Link met de tweede graad</b> In de tweede graad werden de <b>bouwstenen</b> van natuurwetenschappen aangebracht. Ook aan de <b>wetenschappelijke methode</b> werd in de tweede graad via onderzoekend leren reeds ruime aandacht geschonken.	
AD2	<b>UITVOEREN</b> Onder begeleiding en met een aangereikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.
<b>Wenken</b> Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.: <ul style="list-style-type: none"><li>• een werkplan opstellen;</li><li>• benodigdheden selecteren;</li><li>• een proefopstelling maken;</li><li>• doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;</li><li>• inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;</li><li>• zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met aangereikte techniek, materiaal, werkschema;</li><li>• materieel correct hanteren: microscoop, binoculair...;</li><li>• onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken...</li></ul> Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden. 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.	
AD3	<b>REFLECTEREN</b> Onder begeleiding over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.



## Wenken

Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD4). Dit kan door een:

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

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;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
  - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?
  - Waarom was de hypothese niet juist?
  - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

Met “onder begeleiding ... reflecteren” bedoelen we:

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

AD4

## RAPPORTEREN

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

## Wenken

Rapporteren kan door:

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

Onder begeleiding rapporteren kan van STERK GESTUURD naar MEER OPEN.

Met **sterk** gestuurd rapporteren bedoelen we:

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

Met **meer** open rapporteren bedoelen we:

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

## 6.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' vorm te geven. Deze algemene doelstellingen, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

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

AD5	<b>MAATSCHAPPIJ</b> De wisselwerking tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.	NW 6
<p><b>Wenken</b></p> <p>In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.</p> <p>De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en de maatschappij. Belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier) kan ter sprake komen.</p> <p>Bepaalde attitudes worden nagestreefd zodat de leerlingen ingesteld zijn om:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• waarnemingen en informatie objectief en kritisch voor te stellen en de eigen conclusies te verantwoorden;</li><li>• zich correct in een wetenschappelijke taal uit te drukken;</li><li>• feiten te onderscheiden van meningen en vermoedens;</li><li>• weerbaar te zijn in onze technologische maatschappij (pro's en contra's);</li><li>• met anderen samen te werken, naar anderen te luisteren, en de eigen mening zo nodig te herzien;</li><li>• ...</li></ul> <p>Concrete toepassingen kunnen aan bod in de leerplandoelstellingen B51; B52; B53; B56; B57.</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>□ tertiaire geslachtskenmerken voornamelijk bepaald worden door cultuur, maatschappelijke waarden en normen, de leefwereld, de tijdsgeest...</li><li>□ Het ethische aspect bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus... kan besproken worden.</li><li>□ De houding van de Westerse wereld t.o.v. de standpunten van Katholieke kerkleiders in verband met contraceptiva, condoomgebruik, abortus, onvruchtbaarheidsbehandelingen ....</li><li>□ Ethische aspecten rond het menselijke ingrijpen in de erfelijke kenmerken van organismen. opzoekingswerk en discussies kan men de leerlingen een kritische houding laten aannemen tegenover de van genetisch ingrijpen.</li></ul>		



- Een gezonde levenswijze aannemen (gezonde voeding, niet roken, sporten) om het aantal uitlokkende factoren te beperken die aandoeningen zoals kanker, diabetes, hart- en bloedvatenziekte ... kunnen veroorzaken.
- Een genuanceerd en gemotiveerd standpunt innemen rond erfelijke aandoeningen en handicaps.
- Het aspect dat er voor racisme geen wetenschappelijke argumenten zijn
- ...

Bedrijven gebruiken natuurwetenschappelijke toepassingen om te innoveren.

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

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

AD6	<b>CULTUUR</b> Illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	NW 6
-----	--	------

#### Wenken

Men kan verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en worden overgedragen aan toekomstige generaties. Zo zijn begrippen als gen, DNA, straling, energie, kunststof... in het dagelijks taalgebruik doorgedrongen;

Enkele andere voorbeelden:

- de evolutietheorieën van De Lamarck en Darwin;
- kennis dat kenmerken van generatie naar generatie overgaan;
- een kritische houding aannemen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken (creationisme, Intelligent Design).
- Belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier)

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

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

AD7	<b>DUURZAAMHEID</b> Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.	NW 5
-----	---	------

#### Wenken

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

- aandacht hebben voor de eigen gezondheid en deze van anderen;
- het leefmilieu te respecteren
- gebruik van GGO's: bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval;

- milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plasticen, waterzuivering met actief slib.

Link met leerplan Aardrijkskunde derde graad tso/kso 2017/010  
nummers leerplandoelstellingen 31, 33, 34, 37

Overleg met de leraar aardrijkskunde is aangewezen.

### 6.3 Veiligheid en gezondheid

AD8	<b>VEILIGHEID en GEZONDHEID</b>	NW 5
	Illustreren dat verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Concrete toepassingen kunnen aan komen bod in de leerplandoelstellingen B16</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwoordelijk gedrag bij geslachtsgemeenschap.</li> <li>• Een condoom gebruiken in de strijd tegen AIDS en andere soa's.</li> <li>• Het belang van de prenatale zorg, en het belang van de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw kan benadrukt worden.</li> <li>• De invloed van mutagene milieufactoren (chemische stoffen, stralingen ...) op het ontstaan en de frequentie van mutaties (en kanker) kan aan de hand van voorbeelden toegelicht worden.</li> <li>• ...</li> </ul> <p>Ook bij het uitvoeren van (demonstratie-) experimenten en het aanbrengen van bepaalde wetenschappelijke concepten kunnen inzichten m.b.t. veiligheid en gezondheid aan bod komen.</p> <p>Bij het werken met chemicaliën houdt men rekening met de richtlijnen zoals weergegeven in de COS-brochure (COS: Chemicaliën op School - de meest recente versie is te downloaden van <a href="http://www.kvcv.be">www.kvcv.be</a>).</p>		



## 7 Leerplandoelstellingen

### 7.1 Functionele morfologie van de cel

(ca. 6 lestijden)

B1	De cel <b>duiden</b> als morfologische, functionele en fysiologische basiseenheid van de levende materie.	NW1
B2	<b>Aan de hand van afbeeldingen en schema's</b> microscopisch waarneembare organellen van een dierlijke cel <b>herkennen</b> en <b>benoemen</b> en hun functie <b>toelichten</b> .	NW1
B3	<b>Op afbeeldingen</b> submicroscopische structuren van de cel <b>aanduiden en benoemen</b> en <b>Functies</b> van de celstructuren <b>verwoorden</b> .	NW1
B4	Het <b>voorkomen</b> en de <b>functionele opbouw</b> van het eenheidsmembraan <b>toelichten</b> .	NW1

#### Wenken

Er dient voldoende aandacht geschonken te worden aan de structuren zonder daarbij in te gedetailleerde opsommingen en beschrijvingen te vervallen.

In de cel worden de verschillende functies uitgevoerd door verschillende celstructuren. De vergelijking met de functie van de organen in het menselijk lichaam kan hier aan bod komen.

Door de bespreking van de celorganellen komen de leerlingen tot het inzicht dat de cel grotendeels autonoom haar levensfuncties vervult.

Er kan geduid worden dat vele functies uitgevoerd worden door organellen die enkel submicroscopisch zichtbaar zijn. De organellen worden besproken in functie van wat er nodig is om celdeling en de voortplanting te begrijpen.

Indien er uitgebreid wordt kunnen ook de volgende functies van alle organellen in de cel vermeld worden: coördinatiefunctie, transportfunctie, verpakkingsfunctie, synthesefunctie, afbraakfunctie, opslagfunctie, verdedigingsfunctie, energiefunctie, barrièrefunctie.

Submicroscopische kunnen volgende celorganellen aan bod komen: kern, mitochondriën, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, golgi-apparaat, cytoskelet, centrosoom/ centriolen, celwand, celmembraan.

Aangezien de cel een driedimensionaal geheel is, kiest men bij voorkeur een afbeelding die enig dieptezicht weergeeft.

Voorbeelden van maatschappelijke aspecten die hier aan bod kunnen komen (AD5):

- mitochondrie en celademhaling: veiligheid en gevaren van het inademen van giftige stofdeeltjes voor de longen en de opname van zuurstofgas en de celademhaling;
- kernmembraan met poriën: bepaalde stoffen wel/niet tot in de kern doordringen (kankerverwekkende stoffen);
- rol van lysosomen bij Alzheimer, gekkekoeienziekte, apoptose...
- ...

De link met de chemische structuur van de moleculen in de biomembranen kan gelegd worden maar het is de bedoeling dat de leerlingen de belangrijkste biologische functies van de



membraancomponenten kennen. De membraancomponenten die aan bod komen zijn o.a. fosfolipiden, cholesterol, perifere eiwitten, transmembraaneiwitten en glycolix.

Concrete voorbeelden zijn: eiwitten- en suikerketens in het membraan van de rode bloedlichaampjes, de beschadigde glycolix bij kankercellen, membraaneiwitten van het HLA-systeem bij orgaantransplantatie, transporteiwitten: ionenpompen, tunneleiwitten, carriers, hormoonreceptoren, fotoreceptoren...

#### Suggestie voor leerlingenexperiment/demonstratie

- Lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken: cellen van waterpest, rok van ui, aardappel, meeldraadharren van eendagsbloem...; cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang).

#### Link met leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad in het vak natuurwetenschappen kennis gemaakt met de lichtoptische bouw van de cel.

Volgende aspecten kwamen er aan bod:

- samenhang tussen cel, weefsel, orgaan, stelsel, organisme illustreren met voorbeelden;
- cellen gegroepeerd in weefsels en weefsels in organen: lichtmicroscopisch afleiden;
- structuur plantaardige en dierlijke cellen op lichtmicroscopisch niveau.

#### Link met leerplan natuurwetenschappen/biologie van de tweede graad

In de tweede graad in de natuurwetenschappelijke vakken krijgen de leerlingen de kans om de microscopische vaardigheden verder in te oefenen. De leerlingen van de 2de graad hebben een verschillende ervaring met de microscopie. Het is aangewezen hiermee rekening te houden.

## 7.2 Cellen in verband

(ca. 6 lestijden)

### 7.2.1 Celdifferentiatie en weefsels

B5	Verwoorden dat celtypen gegroepeerd voorkomen in weefsels en de aanpassingen van celtypen aan hun <b>functie verklaren</b> .	NW 1
B6	De <b>betekenis</b> van celdifferentiatie voor een organisme <b>geven</b> .	NW 1
U6	De bouw van menselijk weefsel in <b>verband brengen</b> met de plaats waar ze voorkomen en de <b>functie</b> die ze hebben.	
B7	De <b>betekenis</b> van gespecialiseerde orgaansystemen (stelsels) bij organismen als schakel tussen individuele cellen en het milieu <b>toelichten</b> .	NW 1

#### Wenken

Bij de celdifferentiatie worden kort die cellen besproken die later in de stelsels uitgebreider aan bod komen: zenuw-, beender- en spiercellen zijn voor deze leerlingen interessant.



Gelijkenissen en verschillen van soorten bindweefsels in verband met hun functie kan hier al behandeld worden.

Bij de verdere ontwikkeling van het leerplan kan dieper ingegaan worden op de functionele bouw van de weefsels.

Celdifferentiatie is een proces waarbij uit betrekkelijk eenvoudige cellen nieuwe cellen met zeer specifieke functies voortkomen. In het dierlijk organisme ontwikkelen sommige cellen zich tot bloedcellen, andere tot spiercellen, levercellen, zenuwcellen... Elke cel heeft een specifieke bouw aangepast aan de specifieke functie die ze vervult. Er kan op gewezen worden dat in massieve organismen cellen die binnenin liggen moeilijk aan voedingsstoffen en zuurstofgas geraken, moeilijk hun eindproducten kwijt kunnen... Er is bijgevolg nood aan functieverdeling en dus aan specialisatie. De functieverdeling veronderstelt ook een goede coördinatie.

Na de microscopische waarnemingen op cellen en weefsels kunnen de begrippen orgaan en stelsel aan de hand van voorbeelden kort herhaald worden. Er wordt verduidelijkt dat die laatste begrippen eerder kunstmatig zijn en een gestructureerde studie van een organisme mogelijk maken. Tenslotte wordt als synthese gegeven dat de belangrijkste realiteit het goed functionerende organisme is, waarin de coördinatie leidt tot het voortbestaan van individu en soort.

### 7.2.2 *Processen van stofuitwisseling tussen cellen en milieu*

B8	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> de verschillen tussen passief en actief transport van stoffen doorheen een (cel)-membraan <b>omschrijven, illustreren en vergelijken.</b>
U8a	De passieve transportprocessen, diffusie en osmose, <b>omschrijven, vergelijken en deze processen herkennen en verklaren.</b>
U8b	De <b>factoren</b> die transport van stoffen tussen cellen en hun milieu beïnvloeden toelichten.
U8c	<b>Aan de hand van een voorbeeld</b> , het mechanisme van endocytose en exocytose <b>beschrijven.</b>

#### **Wenken**

Om deze doelstellingen te realiseren dient er vertrokken te worden vanuit een aantal experimenten waarin de uitwisseling van stoffen doorheen een membraan concreet zichtbaar gemaakt wordt(AD1).

Digitale animaties kunnen op moleculair niveau dit transport verduidelijken.

De opnamen en afgifte van stoffen kan gebeuren via diffusie, osmose, met behulp van membraaneiwitten en via blaasjestransport (exo- en endocytose, pinocytose, fagocytose).

Het verschijnsel diffusie kan men via eenvoudige (demo-)experimenten onderzoeken (inkt in water, open parfumfles...). Deze vorm van transport vergt geen energie van cellen. De factoren die dit transport beïnvloeden verklaren, komen aan bod.

Het belang van de vochtregulatie bij sportprestaties (B15) kan hier al aan bod komen samen met het gebruik van isotone, hypertone en hypotone dranken.

Aan de hand van een fysisch model met een halfdoorlaatbaar membraan en hyper- en hypotone oplossingen onderzoekt en verklaart men het verschijnsel osmose. Een proef met aardappelen/frietten (in gedestilleerd water én in een hypertone oplossing) illustreert de passieve transportprocessen van

osmose en diffusie. Bij osmose is er steeds een halfdoorlaatbaar membraan aanwezig en verplaatst het oplosmiddel zich.

Voorbeelden van osmose:

- voorbeelden van osmose bij de mens: gezwollen ogen bij het huilen, gerimpelde huid van de vingers bij het baden, hongerbuikjes van kinderen in derdewereld landen;
- plasmolyse en deplasmolyse van plantencellen;
- werking en het nut van verschillende sportdranken (hypotone, isotone en hypertone);
- osmoregulatie bij zoet- en zoutwatervissen en bij trekkers zoals zalm en paling.

Vertrekkend van een waarneming op levende cellen (amoëbe, pantoffeldiertje... op video, onder de microscoop...) en op een schets, brengt men de begrippen endocytose en exocytose aan. Het belang van het Golgi-apparaat bij exocytose komt hier aan bod.

#### Suggesties voor demonstratie- en leerlingenexperimenten

- onderzoeken van vrije diffusie: gassen in de lucht, vaste stoffen in vloeistoffen;
- onderzoek naar de invloed van de temperatuur bij het diffusieproces;
- onderzoeken van transport van stoffen met een verschillende moleculegrootte doorheen een dialyse-membraan;
- experimentele studie van het diffusie- en osmoseproces zoals osmose bij gedroogd fruit, eieren zonder schaal aardappelschijven in oplossingen met verschillende osmotische waarde;
- plasmolyse en deplasmolyse kwalitatief en kwantitatief bestuderen bij planten;
- microscopische studie van plasmolyse en deplasmolyse bij plantencellen;
- invloed van hypo- en hypertone oplossingen op dierlijke cellen onderzoeken;
- onderzoek naar toepassingen van osmoregulatie bij de mens: tranen, hongerbuikjes, bloedcellen in plasma.

#### Link met het leerplan van de eerste graad

In de eerste graad in het vak Natuurwetenschappen maakten leerlingen al kennis met het deeltjesmodel.

B19: Vanuit waarnemingen, afleiden dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur.

## 7.3 Stof- en energieomzettingen

(ca. 22 lestijden)

### 7.3.1 Functie van enzymen bij stof- en energieomzettingen

B9	Het belang van enzymen voor het katalyseren van biochemische reacties duiden.
B10	Aan de hand van voorbeelden, het belang van enzymatische reacties voor organismen toelichten.
B11	Vaststellen dat de werking van enzymen wordt beïnvloed door fysische en chemische factoren.
B12	De specifieke enzymwerking verklaren en schematisch voorstellen.



## Wenken

Demonstratie experimenten zijn hier aangewezen.

Uit eenvoudige (demo-)experimenten kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de snelheid van omzetting van stoffen beïnvloeden. De werking van enzymen als biokatalysatoren kan men verduidelijken aan de hand van het sleutel-slot- principe en vergelijken met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv.  $MnO_2$ ).

Grafische voorstellingen en animaties kunnen hierbij meer inzicht geven.

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, waterstofdragers en vitaminen als co-enzymen, alcoholafbraak, stofwisselingsziektes, DNA-replicatie, transcriptie en translatie (eiwitsynthese), bioluminescentie bij dieren, waspoeders, leerlooierij, lenzenproduct.

Het begrip activeringsenergie wordt in de biologie summier behandeld.

### Suggesties voor demonstratie- en leerlingenexperimenten

- Onderzoek van katalase in aardappel, vlees, appel...;
- Onderzoek van bioluminescentie bij zeevuurvliegjes;
- Onderzoek naar factoren die de enzymwerking beïnvloeden (o.a. temperatuur en pH, verdelingsgraad, concentratie van enzym en/of substraat, inhibitoren, belang van co-enzymen) en de invloed van deze factoren op enzymatische reacties kan men met real-time-metingen onderzoeken;
- Aantonen dat enzymen eiwitten bevatten;
- Denatureren van enzymen (koken, zuurgraad...);
- Beïnvloedende factoren op de werking van enzymen onderzoeken;
- Specificiteit van enzymen onderzoeken.

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.

### Link met het leerplan van de eerste graad

- B27 Zintuigelijk waarneembare stofomzettingen met concrete voorbeelden illustreren.
- B28 Een gegeven deeltjesmodel (molecuulmodel) hanteren om te verklaren dat bij stofomzettingen de moleculen wijzigen van samenstelling omdat nieuwe combinaties van atomen ontstaan.

## 7.3.2 Voeding en vertering bij de mens

B13	Vaststellen dat voedsel uit verschillende voedselbestanddelen is samengesteld.	
B14	De betekenis van vertering en de noodzaak van gevarieerde en evenwichtige voeding verduidelijken.	NW5 NW6

B15	<b>Het belang van de vochtopname en vochtregulatie bij sportprestaties uitleggen.</b>	
B16	<b>De chemische structuur van sachariden (gluciden), lipiden, peptiden en proteïnen, nucleïnezuren, herkennen en schematisch voorstellen.</b>	
B17	De enzymatische vertering van sachariden, lipiden en eiwitten als noodzakelijke stap voor opname (absorptie) van voedingsbestanddelen <b>verduidelijken.</b>	NW5 NW6
B18	<b>Een eenvoudig schematisch overzicht geven van de enzymatische vertering van sachariden, lipiden en proteïnen in het spijsverteringskanaal.</b>	
B19	<b>Bespreken van een aantal items die aan voeding en vertering gerelateerd zijn.</b>	
U19a	<b>Oorzaken, kenmerken en gevolgen van één aandoening van spijsverteringstelsel toelichten en basisprincipes van de behandeling van deze aandoeningen toelichten.</b>	
U19b	<b>Toelichten dat vitamines essentiële voedselbestanddelen zijn die we via de voeding moeten opnemen.</b>	
U19c	<b>Het belang van lysosomen bij intracellulaire vertering bespreken.</b>	

### Wenken

Het vaststellen van de samenstelling kan experimenteel gebeuren uit de analyse van het voedingsetiket.

De afbraak van sachariden, eiwitten en vetten kan men door middel van een stroomschema voorstellen. Bij het bespreken van het absorptieproces komen de vroeger bestudeerde processen van stofuitwisseling aan bod.

Voorbeelden van aandoeningen van het spijsverteringstelsel: lactose- en glutenintolerantie, fenyketonurie, boulemie, binge eating, anorexia, maagzweer... Ook Alzheimer, gekkekoeienziekte kunnen hier aan bod komen.

B14 leent zich om AD5 en AD 8 te realiseren.

Het maatschappelijke belang van een gezonde levensstijl en de bijdrage van sporten en bewegen om als individu fysiek, mentaal en sociaal gezond te zijn en te blijven, kunnen hier aan bod komen.

Het gebruik van verboden (voedings-) middelen en methoden is wijdverspreid. Zowel lichaamseigen als lichaamsvreemde middelen beïnvloeden onze gezondheid (en sportprestaties).

Lichaamseigen stoffen zijn hormonen, epo, creatine...

lichaamsvreemde stoffen zijn:  $\beta$ -blokkers, alcohol, roken...

Het gebruik van sportdranken bij vochtopname en regulatie (B15) kan al eerder bij uitwisseling van stoffen aan bod gekomen zijn.

### Suggesties voor demonstratie- en leerlingen experimenten

- Het effect van verteringsenzymen (amylase, pepsine, pancreatine) op voedselbestanddelen onderzoeken.
- Onderzoek van isotone, hypertone en hypotone sportdranken.



- Kunnen voedingssupplementen de buffercapaciteit (verzuring) van spieren beïnvloeden? Welke voedingssupplementen kunnen dat?

#### Link met het leerplan van de eerste graad natuurwetenschappen

- B23 Vanuit eenvoudige waarnemingen voeding als energiebron aantonen.
- B29 Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.
- B30 Verklaren waarom voeding en de variatie aan voedingsmiddelen noodzakelijk zijn.
- B31 Het verkleinen van voedingsmiddelen en voedingsstoffen als voorwaarde voor absorptie uit experimentele waarnemingen afleiden.
- B32 Op model en beeldmateriaal de organen van het spijsverteringsstelsel van de mens herkennen en benoemen.
- B34 Verschillende stappen in de vertering onderzoeken en situeren in het spijsverteringsstelsel.

### 7.3.3 Ademhaling en celademhaling

#### Ademhaling

B20	De betekenis van de ademhaling omschrijven.
B21	Het mechanisme van de longventilatie en gasuitwisseling uitleggen.
B22	Bespreken van een item die aan ademhaling gerelateerd is.
U22	De respiratorische trainingseffecten van het mechanisme van gasuitwisseling uitleggen.

#### Wenken

De bespreking van de bouw van de long wordt beperkt gehouden.

Bij het bespreken van de ademhaling is een verwijzing naar de praktijkervaring van de leerlingen aangewezen om inzicht te verwerven in het mechanisme. De structuur-functie relatie van de longen kan met een dissectie verduidelijkt worden. De diffusieprocessen (link met B8) ter hoogte van de longblaasjes kunnen aan de hand van schetsen worden geanalyseerd. De structuraanpassingen aan dit mechanisme worden benadrukt.

Bij het bespreken van de ademhalingsspieren wordt verwezen naar het automatisch ademen, onder controle van het autonoom zenuwstelsel en het bewust ademen, onder controle van het cerebrospinaalzenuwstelsel (zie thema zenuwstelsel). Leg dit kort uit, ook al leerden de leerlingen nog niets over het zenuwstelsel.

Zowel aangeboren als verworven aandoeningen kunnen aan bod komen. Voorbeelden van ademhalingsaandoeningen: mucoviscidose, astma, chronisch vermoeidheidssyndroom, ALS, poliepen, hyperventilatie, mucoviscidose, sinusitis, CARA, griep en bronchitis, mucoviscidose, astma. Uit deze aandoeningen kunnen tips gegeven worden voor een gezonde levenswijze (AD8).

#### Suggestie voor onderzoeksoopdracht

- Vergelijkend (microscopisch) onderzoek uitvoeren van gezonde longen en rokerslongen.

Link met de eerste graad

De betekenis van de ademhaling, de bouw van de longen en het mechanisme van de longventilatie zijn in de eerste graad reeds aan bod gekomen.

## Celademhaling

B23	Aan de hand van een globale reactievergelijking toelichten dat organismen in een enzym geleid proces glucose omzetten in biologisch bruikbare energie (ATP).
U23	Aanduiden waar in de cel de celademhaling gebeurt en dit biochemische proces schematisch weergeven.
B24	Illustreren in welke processen ATP wordt omgezet en verbruikt.
B25	Aan de hand van voorbeelden het relatief aandeel van de aeroob alactisch, anaeroob lactisch en aerobe energiesystemen schematisch weergeven en de processen situeren in de cel.
U25	Stof- en energieomzettingen bij alcoholische gisting en melkzuurgisting schematisch weergeven en de processen situeren in de cel.

### Wenken

Uit de beschrijving van het experiment, waarbij een proefdier radioactief glucose opneemt, kunnen de leerlingen afleiden dat de uitgeademde CO<sub>2</sub> uit de voedingsstoffen afkomstig is. Glucose is een energierijke stof maar levert niet rechtstreeks energie. Door oxidatie komt er energie vrij die in ATP wordt vastgelegd. ATP is hierbij de universele energiedrager. Het complexe biochemisch proces van de celademhaling analyseert men en geeft men weer in een globale reactievergelijking.

Het is voldoende dat leerlingen kunnen uitleggen hoe in elke cel energie bekomen wordt door de stapsgewijze oxidatie van glucose. De volledige energiesystemen in detail kunnen reconstrueren is veel te hoog gegrepen.

ATP is belangrijk voor actief transport, prikkelgeleiding, biosynthese, spiercontracties, celdeling...De vrij gekomen warmte wordt gebruikt om de lichaamstemperatuur op peil te houden. Het belang en de functie van ATP als universele biologische en bruikbare energiedrager in de cel kan met voorbeelden aangetoond worden. De rol van ATP, elektronenoverdragers, waterstofdragers, enzymen en co-enzymen in het stapsgewijs vrijzetten van energie kan hier aan bod komen.

Het lichaam heeft zelfs in rust voortdurend energie nodig om het basaal metabolisme te onderhouden. Tijdens intensieve activiteiten zoals sporten, bewegen, zware fysieke arbeid... is de energiebehoefte van het lichaam groter dan in rust. Aan de hand van voorbeelden kan men ook verklaren en illustreren dat de energiehuishouding in de loop van de sportinspanningen verandert. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat de (spier-)cellen de verschillende energiesystemen combineren om aan de ATP-vraag te voldoen. Hierbij is voldoende dat de leerlingen het anaeroob alactisch, anaeroob lactisch en aerobe energiesysteem in een vereenvoudigd schema kunnen voorstellen.

Het gebruik van de celademhalingssystemen kan in verband gebracht worden met:

- de snelheid waarmee de energie nodig is
- de aard van de gebruikte brandstof (het substraat)
- de beschikbaarheid van zuurstofgas
- de aard van de cel (vb. type 1- en type 2-spiervezels)

Vergelijking met de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden kan hier aan bod komen.



Dit kan ook bij het spierstelsel aan bod komen.

De link met chemische stoffen die de enzymwerking beïnvloeden, kan gelegd worden. Als voorbeeld kan de werking van CO op het cytochroomsysteem (Krebcyclus) aangehaald worden.

#### Suggesties voor practica en demo-experimenten

- Bepalen van basaal metabolisme van de mens (BMR = Basal Metabolic Rate);
- Verbranding van glucose (o.a. faraoslang).

#### Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

- Bepalen van het ademhalingsquotiënt en zuurstofverbruik.
- Het rendement en respiratorisch quotiënt uit cijfergegevens afleiden.
- Bepalen van de energiebehoefte bij verschillende activiteiten en in verschillende situaties.
- Vanuit een concreet onderzoeksprobleem kan er onderzocht worden hoeveel energie er nodig is, hoeveel energie er wordt verbruikt, hoeveel energie en op welke wijze er energie moet aangevuld worden na of tijdens de inspanning (MET). Men kan bijvoorbeeld vertrekken van de energiebehoefte bij duurloop van 1 uur.
- Waarom kunnen we een maximale inspanning maar een beperkte tijd volhouden? Welke mechanismen spelen hierbij een rol?
- Steady state grens bespreken: hoe, waar en wanneer moet men tijdens de training hiermee rekening houden.
- Waarom hijgen we soms na een inspanning? Hoe kunnen we dit beïnvloeden door training?
- Op welke manier kunnen we vanuit de biochemische principes een link leggen naar het belang van opwarming en cooling-down, naar intervaltraining of een duurtraining, naar een recuperatietraining...

#### Link met het leerplan Natuurwetenschappen 1ste graad

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

#### Link met het leerplan chemie van de 3de graad

B40 Het begrip **buffermengsel** omschrijven en het belang ervan illustreren.

### 7.3.4 *Energieomzettingen en trainingsprincipe*

B26	Aan de hand van voorbeelden de specifieke behoefte aan specifieke voedingsstoffen, voor, na en tijdens sportinspanning <b>illustreren</b> .
B27	De effecten van sportbeoefening en respiratorische trainingseffecten van het gasuitwisselingsmechanisme <b>toelichten</b> .
B28	Basisprincipes van training en inspanning <b>toelichten</b> aan de hand van wetenschappelijke aspecten van fysieke fitheid en het fysiek prestatievermogen.

#### Wenken

Bij de bespreking van de behoefte aan specifiek voedingsstoffen van belangrijke trainingsprincipes wordt rekening gehouden met de eigen sportbeoefening. Elke sporter traint met een trainingsmethodes die aangepaste is aan de sporttak. Er worden immers ander eisen gesteld aan houding, snelheid, kracht en lenigheid. Vb.: Spurters trainen anders dan lange afstandslopers.



In de trainingsleer zijn 2 dingen van belang: capaciteit (benzinetank) en vermogen (versnellingsbak). Deze omstandigheden en noden kunnen gekoppeld worden aan verschillende types van inspanning in de verschillende sporttakken.

Binnen de kinesio­logie (kennis van de functie van spieren en gewrichten) wordt fysieke fitheid omschreven als de mogelijkheid van de mens om fysieke activiteiten te kunnen uitvoeren die nodig zijn om te voorzien in zelfredzaamheid, zelfexpressie, werk, opvoeding, vrije tijd, gezondheid en competitie.

Fysieke fitheid) veronderstelt de aanwezigheid van een aantal conditionele eigenschappen (lichamelijke basiseigenschappen zoals kracht, lenigheid, snelheid, uithouding en coördinatie. Aangepaste trainingen zullen zorgen dat de fysieke fitheid optimaal (maximaal) bereikt wordt.

Basisprincipes van training en inspanning zijn: overload, supercompensatie, specificiteit van de oefeneffecten, individualiteit en omkeerbaarheid:

- Overload: De intensiteit van een training moet voldoende hoog zijn om een oefeneffect te verkrijgen. Het trainingseffect wordt echter kleiner naarmate het niveau hoger wordt (verminderde meeropbrengst).
- Supercompensatie: Tijdens de recuperatiefase neemt het prestatieniveau tijdelijk toe en komt boven het beginniveau te liggen.
- Specificiteit: Afhankelijk van het type training zullen de fysiologische en neuromusculaire aanpassingen anders verlopen.
- Individualiteit: de reactie op eenzelfde trainingsprikkel verschilt individueel.
- Omkeerbaarheid: Zonder nieuwe trainingsprikkel daalt het prestatieniveau terug tot op het oorspronkelijke niveau. De manier waarop de trainingwinst verkregen is, bepaalt ook de snelheid van prestatieverlies bij stop zetten van training.

## 7.4 Beweging

(ca. 50 lestijden)

### 7.4.1 Lichaamsassen en -vlakken

B29	De verschillende lichaamsassen en -vlakken <b>herkennen</b> bij eenvoudige bewegingsvormen.
B30	Eenvoudige bewegingen <b>uitvoeren</b> en daarbij de correcte <b>terminologie gebruiken</b> .

**Wenken**

Bij de bespreking worden de bewegingsvormen uit praktijk en de eigen sportbeoefening gebruikt.

Enkel de belangrijkste vlakken en assen in de ruimte komen aan bod. Het inzicht in de verschillende lichaamsassen en -vlakken is noodzakelijk om de beweging van de gewrichten door inwerking van de spieren te begrijpen. Hier wordt met voldoende diepgang aandacht aan geschonken. Om dit voor de leerlingen aanschouwelijk te maken worden best telkens bewegingen getoond in de verschillende vlakken en volgens de verschillende assen.

De bewegingen/houdingen uit de praktijklessen worden bij voorkeur als aanknopingspunt gebruikt.

#### 7.4.2 *Het skelet en beenderen*

B31	Eigenschappen en de functies van het skelet opnoemen en toelichten.
B32	De belangrijkste beenderen van het skelet en onderdelen opnoemen, herkennen en aanduiden op het skelet.
B33	Verwoorden hoe beenvorming en de groei van een been gebeurt en hormonaal geregeld wordt.
B34	De verschillende soorten beenderen herkennen.
B35	Enkele letsels van het skelet toelichten.
U35	De effecten van hormonen, voeding, zonlicht, beweging en de hormonenhuishouding op de sterkte van het bot toelichten.

##### **Wenken**

Het bewegingsapparaat bestaat uit drie grote groepen van bewegingsstructuren: het skelet met de beenderen, de gewrichten en de spieren. Het is voldoende om elke groep als geheel te beschrijven.

Aan de hand van voorbeelden uit de praktijkervaring van de leerling kunnen de functies van het skelet toegelicht worden.

Het skelet biedt bescherming, maakt beweging mogelijk, zorgt voor de beenvorming, zorgt voor aanmaak van bloedcellen, is een opslagplaats van calcium en vet.

Het benoemen van de beenderen kan men beperken tot enkele voorbeelden: schedel, wervelkolom, ribben en borstbeen, schouderblad, sleutelbeen en bekken, beenderen van armen en benen.

De voornaamste beenderen zijn: platte, lange, korte, onregelmatige. Ze hebben allemaal gladde en ruwe delen in functie van spieraanhechting en spierbeweging.

De macroscopische delen van een pijpbeen worden benoemd. Op een micropreparaat of een microdia worden de onderscheiden delen zoals beenweefsel, kraakbeenweefsel, beenmerg en beenvlies bestudeerd.

Voor de groei en de sterkte van het bot kan vertrokken worden van het probleem hoe tijdens de jeugd de lengte en breedte kan toenemen. De hormonale regeling van de groei en de groeistop tijdens de puberteit... kunnen gelinkt worden aan mitose.

Effecten op botaanmaak en de sterkte van het bot zijn: beweging (contactsporten), osteoporose, het effect van groeihormonen...

De wervelkolom wordt beschreven als theoretisch uitgangspunt voor rugscholing (houding, belasting, preventie). Gevaren van overbelasting tijdens de groeisput (lengtegroei) in de puberteit (i.v.m. beenvorming en lengtegroei) kunnen aan bod komen.

Losse wervels, röntgenfoto's van de verschillende beenderen zijn aanbevolen didactische hulpmiddelen.

De volgende letsels kunnen aan bod komen: breuken (stressfracturen), beenvliesontsteking, skeletafwijkingen.

#### Taalsteun

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

### 7.4.3 Gewrichten

B36	Verschillende gewrichten <b>opnoemen, beschrijven en aanduiden</b> op het skelet/een tekening/het lichaam.
B37	De <b>bouw</b> van verschillende soorten gewrichten, hun en samenstelling <b>toelichten</b> .
B38	De bewegingsmogelijkheden en -beperkingen van de verschillende gewrichten <b>bespreken</b> .
B39	De meest voorkomende gewrichtsletsels <b>bespreken</b> .
U39	Eén belangrijke aandoening van het beenderen en gewrichten (oorzaken, kenmerken, gevolgen) <b>toelichten</b> en <b>illustreren</b> hoe ze eventueel kan worden voorkomen, gecorrigeerd of behandeld.

#### Wenken

Bespreek de voornaamste gewrichten. Verwijs vooral naar de beweeglijkheid en de beperkingen van de verschillende soorten gewrichten. Ook hier zijn praktijkvoorbeelden noodzakelijk.

Enkele voorbeelden van gewrichten: elleboog, knie, heup, schouder.

Aan de hand van een model en een schets wordt de werking van een gewricht uitgelegd.

Werken met afbeeldingen en eventueel modellen van verschillende soorten gewrichten zijn goede didactische hulpmiddelen.

Als belangrijke aandoeningen kunnen bv. beenbreuken, ontstekingen van het beenvlies en been, rachitis, ontkalking, verstuiking, ontwrichting, artrose, artritis en kanker behandeld worden.

#### Suggesties voor leerlingexperimenten en onderzoekopdrachten

- Onderzoek van de gewrichten, spieren en pezen bij een kippenvleugel of kippenpoot.
- Lange en platte beenderen situeren in het lichaam en de functies van deze beenderen verwoorden.

#### Link met de eerste graad Natuurwetenschappen

In de eerste graad wordt het skelet niet behandeld.



#### 7.4.4 Spieren

B40

**Duiden** hoe spieren en skelet samenwerken om beweging mogelijk te maken.

##### Wenken

Een korte herhaling van de leerplandoelstellingen (B18 tot B25) uit de 2de graad is aanbevolen en voldoende.

De bewegingen van ledematen gebeurt door de samenwerking van skeletspieren en pezen, beenderen en gewrichten. Door een werkende skeletspier (bv. de biceps) te betasten, kan worden vastgesteld dat beweging ontstaat door samentrekking van spieren. Er kan ook gewezen worden op de rol van de pezen bij de aanhechting van de spieren op het skelet.

Het is voldoende om de meest dominante spieren aan bod te laten komen.

De skeletspieren kunnen op basis van hun functie ingedeeld worden in:

- heupbuigers, armheffers, beenstrekkers, ademhalingsspieren
- mobilisatoren en stabilisatoren.

B41

De **bouw en werking** van dwarsgestreept spier tot op moleculair niveau **uitleggen**.

B42

Het **mechanisme** van de spiercontractie op moleculair niveau **beschrijven**.

B43

De fysiologische factoren die de spierwerking beïnvloeden, **toelichten**.

##### Wenken

Op een EM-foto van gestreept spierweefsel kunnen de onderscheiden banden in fibrillen van gestreepte spiervezels waargenomen worden. De actine- en myosinefilamenten kunnen aangeduid worden en er kan gewezen worden op de aanwezigheid van zeer veel mitochondriën tussen de spierfibrillen.

Het is hier belangrijk om steeds de anatomische en fysiologische aspecten van de spier en spiercellen met elkaar te verbinden.

B44

De soorten spiercontracties **herkennen** in functie van beweging en kracht.

B45

De belangrijkste bewegingsuitvoerende spieren **opnoemen, situeren**, hun oorsprong en aanhechting **aanduiden** en hieruit hun werking afleiden.

##### Wenken

De verschillende contractiesoorten worden best geïllustreerd met bewegingen uit de sportpraktijk.

Bijna alle oefeningen die je in de sport tegenkomt, zijn gericht op dynamische spiercontractie.

De spier ontwikkelt kracht en veroorzaakt beweging: concentrische contractie, excentrische contractie, isokinetische contractie en isotonische contractie.

Bij isometrische contractie daarentegen (ook wel statische contractie genoemd) levert de spier wel degelijk kracht, maar beweegt niet.

De factoren die de spierwerking beïnvloeden worden behandeld:

- intensiteit van spiercontracties afhankelijk van de prikkelfrequentie, de voorafgaande belasting en lengte
- soorten spiercontracties
- kracht: dynamisch, isometrisch, isokinetisch...
- lenigheid: statisch, ballistisch...
- regeling van de contractie: motorische eenheid.

Bij het onderdeel "oorsprong, aanhechting, verloop en werking van skeletspieren" kiezen we een aantal belangrijke spieren.

Gebruik van modellen is aangewezen.

B46 **Voordelen** van goede toniciteit van een spier **duiden**.

B47 **Het onderscheid** tussen de verschillende type spiervezels **duiden**.

### Wenken

Te weinig beweging maakt het spierweefsel aanzienlijk slapper (geen tonus). Wie de spieren gebruikt door beweging en eventueel krachttraining, ondervindt veel voordelen. Getrainde spieren zorgen ervoor dat je meer calorieën verbrandt, zelfs wanneer je niet actief bent. De vetverbranding gaat door. Krachttraining en meer beweging zorgen ervoor dat de spieren niet slapper worden. De voordelen van meer beweging en/of krachttraining houden niet op bij gewichtsverlies en vetverbranding.

Bij het bespreken van de tonus van een spier leggen we het verband met soepele en hoekige bewegingen.

De verbanden tussen type spiervezels (trage en snelle - type I en II) en de sportbeoefening zelf (uithoudingssporten, krachtporten ...) komen aan bod. In functie van de houdingsopvoeding wijzen we erop dat spieren met overheersend type I-vezels moeten worden gestretcht en spieren met overheersend type II-vezels moeten worden versterkt.

### Suggesties voor onderzoekopdrachten

- vergelijk de verhouding van type I- en type II-spiervezels van een spurter en een langeafstandsloper;
- onderzoek naar de hulpstructuur van de spier (o.a. pees, peesschede, slijmbeurzen);
- tonus van de spier: de gevolgen van een hoge en een lage tonus;
- verschillende spiervezels bij mensen en bij spiergroepen;
- situering, oorsprong, aanhechting, verloop en werking van skeletspieren.

U47a Soorten spierweefsels opnoemen en de verschillen **toelichten**.

U47b Een aandoening van de spieren **opnoemen, de oorzaak aangeven en mogelijke preventie toelichten**.

U47c **Basisprincipes** van de behandeling van aandoeningen van spieren **toelichten**.

### Wenken

Het onderscheid tussen hart-, orgaan- en skeletspierweefsel worden besproken. Bij microscopische waarnemingen onderscheidt men gestreept (skelet- en hartspier) en glad spierweefsel.



Bij bewegingen zoals peristaltiek (darm, zaad- en eileider), uitzetten en vernauwen van bloedvaten, kloppen van de hartspier, kippenvel krijgen... spelen het skelet en de gestreepte (skelet)spieren geen rol.

Volgende aandoeningen kunnen toegelicht worden: kramp, atrofie, hypertrofie, verlamming en enkele erfelijk bepaalde spierafwijkingen zoals spierdystrofie, chorea van Huntington... Vanuit deze aandoeningen kunnen tips gegeven worden voor een gezonde levenswijze (AD8).

#### 7.4.5 *Beweging en houdingen*

B48	Eenvoudige houdingen en bewegingen <b>uitleggen</b> .
B49	Bij eenvoudige (sport-) bewegingen <b>toelichten</b> welke spieren/spiergroepen vooral gebruikt worden.
B50	<b>Het effect</b> van bepaalde bewegingen voor de goede ontwikkeling van het skelet en het spierstelsel <b>omschrijven</b> .

##### Wenken

We beperken ons tot eenvoudige houdingen en bewegingen waarbij de transfer naar de sportpraktijk gemakkelijk gelegd wordt.

De samenwerking tussen synergisten en antagonisten wordt kort besproken aan de hand van voorbeelden uit de sportervaring van de leerlingen.

Er wordt aandacht besteed aan de gezondheidsaspecten zoals de werkomstandigheden (op school en thuis), rugbelasting en preventie van rugpijn. Preventieve maatregelen en praktische voorbeelden uit de rugscholing komen aan bod.

#### 7.4.6 *Beweging en gezondheid*

B51	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> , de gevolgen en gevaren van het gebruik van voedingssupplementen en middelengebruik op het metabolisme <b>aantonen</b> .	NW 5 NW 6
B52	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> , de invloed van lichaamseigen en lichaamsvreemde stoffen op sportprestaties en gezondheid illustreren.	NW 5 NW 6

##### Wenken

Het maatschappelijke belang van een gezonde levensstijl en de bijdrage van sporten en bewegen om als individu fysiek, mentaal en sociaal gezond te zijn en te blijven, kunnen hier aan bod komen.

Het gebruik van al dan niet verboden (voedings-) middelen en methoden is wijdverspreid. Zowel lichaamseigen als lichaamsvreemde middelen beïnvloeden onze gezondheid en sportprestaties.

Lichaamseigen stoffen zijn hormonen, epo, creatine...

Lichaamsvreemde stoffen zijn:  $\beta$ -blokkers, alcohol, roken...

### Suggestie voor practicum

- Onderzoek naar aerobe en anaerobe drempelwaarde (via hartslag en lactaatmetingen) kan in samenspraak met sportleerkracht gebeuren.
- Bepalen van BMI-waarde, hip-waist ratio.
- Uitvoeren van de Eurofit testen.

### Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

- Onderzoek naar het sport- en bewegingsaanbod voor senioren.
- Vergelijking van testen die de fysieke conditie in kaart brengen.
- vb. beweegnorm, stappennorm, fit norm, test van Lia, steptest van Harvar, Ruffier Dickson test, Eurofittest batterij...
- Onderzoek naar de verschillen tussen sportwetenschappelijke screening op professioneel en amateurniveau.
- Onderzoek naar de initiatieven van de Vlaamse overheid.
- Onderzoek naar de verbanden tussen sporten en gezondheidsrisico's
- Onderzoek naar welk sport(en) bij je past (sportkompas).
- Onderzoek naar de fitheid van jongeren (Eurofittest).
- Hoe kan sporten en bewegen ons mentaal gezond houden?
- Welke rol spelen endorfinen bij onze mentale gezondheid?
- Schade aan organen door middelen gebruik.
- Onderzoek naar de gevaren van topsport o.a. sporthart...
- Schatting van de VO<sub>2</sub> max < 30 zuurstofopname.

## 7.5 Coördinatie van lichaamsfuncties

(ca. 20 lestijden)

### 7.5.1 Betekenis

B53

**Met één voorbeeld toelichten** dat zowel het zenuwstelsel als het hormonale systeem instaan voor het besturen en coördineren van lichaamsfuncties en reacties op prikkels.

#### Wenken

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.

Uit waarnemingen of voorbeelden kan worden afgeleid dat kliersecretie (bv. Speeksel, secretie zweetproductie bij inspanningen of angstzweet) door velerlei fysische en psychische factoren zoals geur, vochtigheid en smaak van voedsel, uitgelokt en beïnvloed kan worden.

De samenwerking tussen beide coördinatiestelsels kan geïllustreerd worden aan de hand van een schema. Hieruit kan afgeleid worden dat een verbinding noodzakelijk is. Het zenuwstelsel en/of het hormonaal stelsel vervullen deze coördinerende functie. Coördinatie van prikkels op reacties betekent dat er communicatie tussen cellen plaats grijpt.

Voorbeelden: zien, horen, ruiken, evenwicht, adrenaline-afscheiding bij stress, afscheiding en vrijstellen van melk uit de melkklieren bij het zuigen, woede, spanning...



Na de studie van het zenuwstelsel en endocrien stelsel kan een voorbeeld van de algemene stofwisseling uitgewerkt worden waarbij de onderlinge samenhang en feedback tussen hypothalamus, hypofyse en schildklier via een terugkoppelingseffect duidelijk wordt.

Als synthese kan ook een stresstoestand (angst, woede, zware inspanning...) aangehaald worden waarin zowel de werking van het zenuwstelsel als van het endocrien stelsel samen nog eens aan bod komen. Deze onderwerpen kunnen ook bij de betekenis van homeostase aan bod komen.

### 7.5.2 *Het zenuwstelsel*

B54	<b>Aantonen dat sommige reacties op prikkels door het zenuwstelsel gecoördineerd worden.</b>
<p><b>Wenken</b></p> <p>Met voorbeelden kan worden aangetoond dat de reactie op een prikkel meestal in een ander orgaan tot stand komt dan in de receptor. Hieruit kan afgeleid worden dat een verbinding noodzakelijk is. Het zenuwstelsel vervult een deel van deze coördinerende functie.</p> <p><b>Suggestie voor leerlingexperiment</b></p> <p>Onderzoek naar de coördinatie van reacties op prikkels door de hersenen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o meten van de reactiesnelheid;</li><li>o onderzoek naar reflexen;</li><li>o bepalen van de oog - en handcoördinatie.</li></ul>	
B55	<b>De werking van het zenuwstelsel uitleggen.</b>
U55a	<b>De delen van een neuron op een model of schets benoemen en de functie omschrijven.</b>
U55b	<b>Het doorgeven van een impuls in en tussen zenuwcellen op een eenvoudige manier uitleggen.</b>
<p><b>Wenken</b></p> <p>De aandacht gaat hier vooral naar de elektrische verschijnselen bij de impulsgeleiding in een neuron. Zowel de elektrische als de chemische (neurotransmitters) aspecten van impulsgeleiding kunnen aan bod komen. Bemerkt dat de term 'actiepotentiaal' niet uitdrukkelijk in de doelstelling is opgenomen. Het staat de leraar dus vrij om deze term te gebruiken.</p> <p>Hier kan de invloed van sommige geneesmiddelen (zoals pijnstillers, verdovende middelen...) en drugs op de impulsgeleiding ook aan bod komen.</p> <p><b>Suggestie voor onderzoeksopdracht</b></p> <p>Opzoekopdracht i.v.m. drugs of geneesmiddelen.</p> <p><b>Taalsteun</b></p> <p>Er wordt soms verkeerdelijk gesproken over "prikkelgeleiding". Prikkel worden opgevangen door receptoren. Deze receptoren zetten de prikkel om in een zenuwimpuls. De zenuwimpuls wordt dan doorgegeven naar de hersenen en verwerkt. Een volgende zenuwimpuls zal een reactie in het effectororgaan veroorzaken.</p>	



B56	Het <b>onderscheid</b> tussen centraal en perifeer zenuwstelsel (ligging), animaal en vegetatief zenuwstelsel (functies) <b>toelichten</b> .
B57	De <b>coördinerende</b> functie van het animaal zenuwstelsel bij reflexen, bewuste gewaarwordingen en gewilde bewegingen <b>beschrijven</b> .

### Wenken

Naar de ligging van de delen van het zenuwstelsel wordt onderscheid gemaakt tussen centraal en perifeer zenuwstelsel. Het centrale zenuwstelsel bestaat uit: hersenen en het ruggenmerg. Het perifere zenuwstelsel vormt de verbindingen van en naar het centrale zenuwstelsel en de organen/weefsels.

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

Een verdere indeling van het autonoom zenuwstelsel in het parasympatisch en het sympathisch zenuwstelsel maakt het voor leerlingen extra moeilijk en is zeker niet noodzakelijk.

Het effect van het autonoom zenuwstelsel op de werking van het hart, de longen, de spijsvertering... kan behandeld worden. Bijvoorbeeld de fundamentele rol van het ademhalingscentrum in het verlengde merg.

Uitgaande van de kniepees- of terugtrekreflex, het wegtrappen van een voetbal... kan het begrip reflex verduidelijkt worden. De bouw van de reflexboog en de gevolgde weg van de impuls kan worden voorgesteld met een eenvoudige schets, waarbij duidelijk wordt dat de hersenen hier niet tussenkomen.

Bij een gewilde of bewuste beweging vertrekt de zenuwimpuls van de hersenen via een motorisch neuron naar de spieren. Een reflexboog verloopt niet door de grote hersenen.

### Taalsteun

Het gebruik van de termen willekeurig en onwillekeurig kan tot verwarring leiden. Met willekeurig bedoelt men in biologie “onder invloed van de wil”, onwillekeurig is dan “niet onder invloed van de wil”. Er wordt doelbewust omwille van de betekenis in het dagelijks taalgebruik, geen gebruik meer gemaakt van de begrippen “willekeurig” en “onwillekeurig” zenuwstelsel.

### Suggestie voor onderzoeksopdracht

Uitgaande van de kniepees- of terugtrekreflex, onderzoekt men reflexen.

### Link met de tweede graad

- Het verwerken van beelden, “het zien” gebeurt in de hersenen: vb. dieptezicht (binoculair of stereoscopische zicht), optische illusie, nabeelden en na-effecten van vorm en kleur...
- Er komen zeer veel geluiden in ons oor binnen en er bereiken veel meer geluidsprikkels de hersenen dan deze waarvan men bewust is (selectief horen).

B58	<b>Bespreken</b> van een aantal items die aan de werking van het zenuwstelsel gerelateerd zijn.
U58a	Belangrijke hersen- en ruggenmergdelen op een model of op schetsen <b>benoemen en hun functie omschrijven</b> .
U58b	Het bestaan en het afscheiden van activerende en remmende neurotransmitters aan de hand van een schema <b>verduidelijken</b> .



U58c	Een <b>neurale aandoening toelichten</b> (oorzaak, kenmerken, gevolgen) en <b>illustreren</b> hoe ze eventueel kan worden vermeden en behandeld.
<p><b>Wenken</b></p> <p>Bij de slager kan een stukje wervelkolom (soepbeen) met ingesloten zenuwweefsel bekomen worden om hierop waarnemingen uit te voeren. Ook modellen zijn geschikt. Het kan voor het (ruimtelijk) inzicht van leerlingen belangrijk zijn om voldoende aandacht te besteden aan de overgangen van het reële 3D-materiaal naar de vlakke voorstellingen.</p> <p>Waarnemingen kunnen ook gebeuren op micropreparaten van dwarse doorsneden van ruggenmerg.</p> <p>De functies van enkele hersendelen afleiden uit de gevolgen van letsels aan deze hersendelen. Het inzicht in de wetenschappelijke werk- en denkmethode voor het verzamelen van die kennis is belangrijker dan een gedetailleerde hersenkaart.</p> <p>Enkele aandoeningen die mogelijk aan bod kunnen komen zijn multiple sclerose, epilepsie, meningitis, Alzheimer, ischias...</p> <p>Voorbeelden van neurale aandoeningen:</p> <p>Bijziendheid, verziendheid komen normaal in de Natuurwetenschappen 2de graad aan bod, maar kunnen hier zeker vermeld worden. Kleurenslechtziendheid, cataract, glaucoom, astigmatisme, netvliesloslating, lui oog...</p> <p>Doofheid, gehoorschade, tinnitus, otitis maar ook evenwichtsstoornissen (wagenziekte, zeeziekte) kunnen hier aan bod komen.</p> <p>Kies bij voorkeur aandoeningen die aansluiten bij de leefwereld van de leerling waardoor er meteen een aanknopingspunt is om de gevaren voor het optreden van stoornissen (AD8).</p>	

### 7.5.3 *Het endocrien stelsel*

B59	<b>Met een voorbeeld de coördinerende werking van hormonen van het endocrien stelsel aantonen.</b>
B60	Het begrip hormoon <b>omschrijven</b> en de kenmerken van een endocriene klier <b>opnoemen</b> .
B61	Enkele belangrijke endocriene klieren <b>opnoemen</b> en de hormonenwerking (stimulering en effect) <b>uitleggen en bespreken</b> .
U61a	De samenhang <b>duiden</b> tussen thalamus, hypothalamus en hypofyse, schildklier, bijschildklier en bijnier.
U61b	Een aantal hormonale aandoeningen toelichten (oorzaak, kenmerken, gevolgen) en <b>illustreren</b> hoe ze eventueel kan worden vermeden en behandeld.
U61c	<b>Met een voorbeeld illustreren</b> hoe het zenuwstelsel en het endocriene stelsel als geheel voor de coördinatie van reacties op prikkels instaan.

## Wenken

Men kan gerust kiezen voor een eenvoudig voorbeeld zoals insuline (en eventueel glucagon) om het effect van een hormoon te illustreren. De werking van o.a. de alvleesklier die leidt tot een evenwichtstoestand (homeostase) van het glucosegehalte in het bloed kan aan bod komen.

Op een schema van het menselijk lichaam kan men enkele hormonale klieren situeren. Enkele voorbeelden van endocriene klieren zijn: hypothalamus, hypofyse, schildklier, bijschildklier, alvleesklier, bijniere, voortplantingsklieren.

De verschillen tussen een exocriene en endocriene klier kunnen uit de waarneming op een afbeelding afgeleid worden. De exocriene klieren van het spijsverteringsstelsel kwam reeds aan bod. Ook in het voortplantingsstelsel komen exocriene klieren voor.

Uit waarnemingen of voorbeelden kan worden afgeleid dat kliersecretie (bv. Speekselsecretie, zweetproductie bij inspanningen of angstzweet) door velerlei fysische en psychische factoren zoals geur, vochtigheid en smaak van voedsel, uitgelokt en beïnvloed kan worden.

Mogelijke voorbeelden van aandoeningen zijn: schildklierafwijkingen (hyper- en hypothyreose), diabetes...

Ook de invloed van diverse hormonen op sportprestaties kan toegelicht worden: o.a. anabole steroïden (verhoogde aanmaak van eiwitten en toename van de spiermassa), erythropoëtine-hormoon (epo - verhoogde aanmaak van rode bloedcellen), adrenaline (invloed stress op sportprestaties)... De positieve en de negatieve gevolgen worden best naast elkaar besproken.

## 7.6 Homeostase

(ca. 25 lestijden)

### 7.6.1 Betekenis van de homeostase

B62

Vanuit een concreet voorbeeld het begrip homeostase omschrijven en in verband brengen met terugkoppelingssystemen.

## Wenken

Homeostase is een verzameling van een aantal dynamische evenwichtsprocessen die ervoor zorgen dat de constante samenstelling van het inwendige milieu gehandhaafd wordt dankzij een aantal terugkoppelingssystemen.

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.

Aan de hand van eenvoudige voorbeelden kan tijdens een brainstorming het begrip homeostase in ruime zin toegelicht worden. Er kan ook al een voorbeeld uit de verdere doelstellingen gebruikt worden.

In het verder verloop beperken we ons tot de homeostatische functie van bloed. De functie van nieren en lever kan als uitbreiding behandeld worden.

#### Link met de eerste graad

De betekenis van excretie en een overzicht van de excretieorganen kwamen reeds in de eerste graad aan bod. Men kan zich hier beperken tot een korte herhaling.

#### Link met de eerste graad

In vergelijking met **de eerste graad** gaat nu meer aandacht naar de homeostatische functie van excretie.

### 7.6.2 Homeostatische functie van het bloed

B63	De <b>betekenis</b> van transport <b>toelichten en uitleggen</b> hoe het transport van stoffen door het bloed gerealiseerd wordt.	
B64	De <b>bouw</b> van het transportstelsel (bloedvaten) en het mechanisme van de hartwerking <b>in verband brengen</b> met hun homeostatische functie.	
B65	De bloeddrukregeling als <b>voorbeeld</b> van een terugkoppelingssysteem <b>toelichten</b> en in verband brengen met de homeostatische functie van het bloed.	
B66	Het <b>mechanisme</b> van de bloedstolling <b>uitleggen</b> .	
B67	De samenstelling van het bloed <b>schematisch weergeven</b> en de functie van de componenten <b>bondig verwoorden</b> .	
B68	<b>Basisprincipes</b> van reanimatie en beademing <b>uitleggen</b> .	NW5
B69	Aanpassing van het bloedvatenstelsel bij inspanningen en training <b>toelichten</b> .	
B70	<b>Bespreken</b> van een aantal items die aan de functies van bloed- en lymfevatenstelsel gerelateerd zijn.	
U70	Oorzaken, kenmerken, gevolgen van een <b>aandoeningen</b> van het transportstelsel (hart, bloed en bloedvaten) <b>toelichten</b> en bespreken hoe ze eventueel kunnen worden vermeden.	

## Wenken

Men kan nadruk leggen op het feit dat door een complex systeem van verschijnselen, het lichaam erin slaagt de samenstelling van het bloed zo constant mogelijk te houden en vice versa. Zo moet de pH (zuurgraad), de temperatuur, het zuurstofgehalte, de bloedsuikerspiegel, het calciumgehalte, het ijzergehalte, de hormonenbalans... fluctueren rond bepaalde waarden. Het bloed speelt een essentiële rol om het lichaam in een evenwichtige toestand te houden. Het belang van de vaatverwijding en -vernauwing kan hier vermeld worden.

De functies van het bloed en de bloedcellen mogen aan bod komen.

Het voorbeeld van de bloeddrukregeling wordt aangegrepen om het algemeen principe van terugkoppelingssystemen uit te leggen. Het volstaat om enkele beïnvloedende factoren te behandelen en hun rol in het feedbacksysteem aan te tonen. Mogelijke factoren die hier aan bod kunnen komen zijn: zoutgehalte, stress, inspanning, vochtbalans. Het gebruik van de computer laat toe een elektrocardiogram (ECG) of een fonocardiogram (FCG) te registreren. Er bestaan ook animaties/apps waarbij je een ECG kan bekijken zonder er zelf een te registreren. Van het ECG kan dan een PQRST-diagram afgeleid en besproken worden. De fasen bij elke cyclische hartbeweging kunnen hieruit afgeleid worden.

Voor de bloedstolling kan het principe van het cascade- systeem kan gedemonstreerd worden. Volgende factoren kunnen in het schema opgenomen worden: calcium, vitamine K, bloedplaatjes, hemofiliefactoren, protrombine/trombine en fibrinogeen/fibrine.

Het voorkomen van hemofilie kan bij erfelijkheid aan bod komen (B31 en B35).

Voor het verzorgen van bloedende wonden kan men beroep doen op de cursus EHBO van het Rode Kruis.

Suggesties voor onderzoeksoopdrachten:

Geïntegreerde items die verbanden met de reële sportwereld leggen en in de interessesfeer van de leerlingen zitten. Hierbij is gebruik van videomateriaal aan te bevelen.

- Bloeddoping;
- Effecten van aanpassing van het bloedvatenstelsel bij inspanningen en training: hartminuutvolume, sporthart, veneuse terugstroom, hemoglobine...
- Gezondheidsgerichte items.

### 7.6.3 Homeostatische functie van de lymfe

B71	<b>Bouw en functie</b> van het lymfevatenstelsel en de lymfeklieren <b>toelichten</b> in functie van homeostase.
U71	Belangrijke lymfeklieren in het lichaam <b>situëren</b> .
<b>Wenken</b> De relatie tussen ligging van lymfeknopen en hun functie mag benadrukt worden.	

#### 7.6.4 Homeostatische functie van de excretieorganen

B72	Het verband tussen homeostase en excretie <b>omschrijven</b> .
B73	<b>Bouw en werking</b> van de nieren <b>beschrijven</b> in functie van de homeostatische werking.
B74	Het <b>proces</b> van vocht- en warmteregulatie bij sportbeoefening en het belang van de nieren hierbij <b>bespreken</b> .
U74a	Eén <b>aandoening</b> van het excretiestelsel <b>toelichten</b> (oorzaak, kenmerken, gevolgen) en <b>toelichten</b> hoe ze eventueel kunnen worden behandeld.
U74b	De <b>bouw</b> van een nefron <b>beschrijven</b> .

##### Wenken

De bouw van de nieren wordt aan de hand van een varkensnier, modellen en schema's toegelicht. Macroscopisch en microscopisch onderzoek van de nier leiden tot een schets van een overlangse doorsnede van de nier en van een nefron.

De homeostatische functies van de nieren behelzen o.a. de huishouding van water en zouten en de regulatie van de pH (zuurgraad) van lichaamsvloeistoffen zoals bloed.

Met vergelijkend chemisch onderzoek tussen urine en serum (het lab, bestaande gegevenstabellen uit de literatuur, urineteststrips...) waarin de samenstelling van het bloed, de voorurine en de urine kan de werking van de nier worden bespreken.

Enkele aandoeningen die mogelijk aan bod kunnen komen zijn: nierstenen, incontinentie en blaasontstekingen. Nierdialyse en niertransplantatie komen aan bod. Vanuit deze aandoeningen kunnen tips gegeven worden voor een gezonde levenswijze.

Oorzaken en gevolgen van het overdreven gebruik van medicatie en vermageringsmiddelen kunnen belicht worden. Tevens kan benadrukt worden dat nierstenen en nierontsteking kunnen voorkomen worden door dagelijks een behoorlijke hoeveelheid water te drinken.

##### Link met de eerste graad natuurwetenschappen

In **vergelijking** met de eerste graad gaat nu meer aandacht naar de homeostatische functie van excretie.

#### 7.6.5 Homeostatische functie van de huid

B75	<b>Bouw en werking</b> van de huid <b>beschrijven</b> in functie van de homeostatische werking.
<h5>Wenken</h5> <p>Bij de morfologische studie van de huid kan men zich beperken tot de structuren die in relatie staan met excretie. De functies van de huid als warmteregelaar, als excretieorgaan, als zetel van een groot aantal zintuigen en als bescherming tegen vreemde stoffen en organismen</p>	

(zie afweer U 106 tot U 111), worden belicht.

De functies van de huid als warmteregelaar, als excretieorgaan, als zetel van een groot aantal zintuigen en als bescherming tegen vreemde stoffen en organismen, worden belicht (+zie thema Afweer).

Het opnemen van stoffen langs de huid kan besproken worden o.a. nicotinepleisters, geneesmiddelen, cosmetica... De unieke vingerafdruk, het blozen, het krijgen van kippenvel... kunnen verklaard worden.

Ook aandoeningen van de huid kunnen aan bod komen: eczeem, psoriasis, acne, mycose, hoofdroos, moedervlekken, koortsblaasjes...

### 7.6.6 Homeostatische functie van de lever

**B76** **Bouw en werking van de lever beschrijven** in functie van de homeostatische werking.

#### Wenken

De rol van de lever in het suikermetabolisme (spierglycogeen en leverglycogeen), vet- en eiwitmetabolisme de afbraak van rode bloedlichaampjes... kan behandeld worden.

De opbouw en het verbruik van spierglycogeen (en leverglycogeen) zijn voor sporters interessante items.

## 7.7 Genetisch materiaal en celcyclus

(ca. 6 lestijden)

**B77** **De functie en betekenis van de celkern toelichten door verbanden te leggen** tussen DNA, gen en chromosoom in haploïde en diploïde cellen.

NW1  
NW2

**B78** **Structuur van nucleïnezuren herkennen en schematisch voorstellen.**

NW2

**B79** **DNA-replicatie schematisch voorstellen en situeren** in de celcyclus.

NW2

#### Wenken

De betekenis van de celkern als drager van de erfelijke kenmerken, in de celdeling en bij de aanmaak van eiwitten komt hier aan bod. De informatie voor alle processen en functies die in het cytoplasma van de cel worden uitgevoerd, liggen in de kern.

Illustratieve software kan helpen om de bouw van DNA uit nucleotiden en om de stappen van het replicatie-proces van het DNA te bespreken. Het is niet de bedoeling om het verloop van de replicatie in detail te bespreken. Er moet wel geduïd worden dat dankzij het voorkomen van de complementaire basen tijdens de replicatie identieke DNA-strengen gevormd worden. DNA-moleculen zijn "slimme" moleculen.

De bouw van DNA uit nucleotiden, de bouw van chromatinevezels uit eiwitten en DNA en het oprollen (spiraliseren) van de chromatinevezels tot chromosomen, wordt aangebracht. De nadruk



ligt hier o.a. op het grootte-ordeverschil tussen DNA (macromolecule, microscopisch niet zichtbaar) en chromatine en chromosomen die wel microscopisch zichtbaar zijn. Aan de hand van elektronenmicroscopische beelden, een model en/of afbeeldingen, kan het verband gelegd worden tussen chromosomen, chromatinevezels en het DNA-molecule.

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 een karyogram en tabellen met chromosomenaantallen kan het verschil in het aantal chromosomen bij verschillende soorten, haploïd en diploïd, de verschillen tussen de chromosomen bij man en vrouw, afwijkende karyogrammen (genoommutaties) zoals bij syndroom van Down, Turner, Klinefelter... aangebracht worden. Afwijkende voorbeelden zoals aardbeien (polyploid), bananen (3n), sociale insecten (dar, koningin, werkster) kunnen ook vermeld worden.

#### Suggestie voor leerlingexperiment/demonstratie

- DNA:
  - DNA Modellen bouwen in papier;
  - Isolatie van DNA (uit kiwi, ui, wangepitheel...);
  - Kleuring van kernen (azijnzuurorceïne).
- Op een micropreparaat een reuzenchromosoom observeren.

B80	De mitosedeling <b>situëren</b> in de celcyclus en het <b>belang</b> van mitose <b>duiden</b> .	NW2
B81	De meiosedeling <b>situëren</b> in de celcyclus en de betekenis van de meiose voor de geslachtelijke voortplanting <b>toelichten</b> .	NW1 NW2
B82	<b>Aan de hand van voorbeelden illustreren</b> dat omgevingsfactoren de mitose en meiose kunnen beïnvloeden.	NW1
B83	In concrete situaties <b>herkennen</b> welke celdeling (mitose of meiose) er plaats vindt.	NW1

#### Wenken

Door visualisatie (bio-websites - foto's - film - micropreparaten) verwerft de leerling inzicht in de celcycli. De mitose en meiose worden vergeleken en geïnterpreteerd zodat de leerlingen inzien dat bij beide delingen erfelijke informatie wordt doorgegeven maar op een verschillende manier.

Animaties verduidelijken dat identieke cellen ontstaan bij de gewone kern- en celdeling. De bespreking van de celvermeerdering voor groei, herstel van weefsel, ongeslachtelijke voortplanting, klonen, maar ook de ongebreidelde groei van kankercellen, dragen bij tot inzicht in de functie van de mitosedeling.

De factoren die de celdeling stimuleren of remmen, of volledig stil leggen komen aan bod. Eenmaal de cel gedifferentieerd is, kan er in normale omstandigheden geen mitose meer optreden. Voorbeeld: Problemen bij aangroei van o.a. zenuwweefsel...

Het is niet de bedoeling het verloop van de verschillende fasen van de meiose te bespreken. Met behulp van beeldmateriaal en eenvoudige tekenschema's kan de meiose vergeleken worden met de mitose en op die manier kan inzicht verworven worden in de verschillen tussen beide delingen.



De meiose bij de vrouw (oögenese) en bij de man (spermatogenese) worden op gang gebracht door de geslachtshormonen.

Bij de meiose kunnen we aantonen waarom deze deling erfelijk verschillende cellen oplevert. Crossing-over en het belang van meiose voor het constant houden van het aantal chromosomen van een soort kan hier vermeld worden. Het ontstaan van variatie tussen de (erfelijk verschillende) gameten en het inzicht in het belang van variatie voor evolutie, kan men vermelden.

Factoren die de celdeling stimuleren of remmen (AD5, AD6, AD7 en AD8):

- fysische factoren zoals straling en temperatuur...;
- chemische stoffen (organische);
- geslachtshormonen bij de oögenese en de spermatogenese;
- radio- en chemotherapie bij het behandelen van kanker;
- link met het ontstaan en voorkomen van kanker;
- (geslacht)hormonen op de groei: de groei van het kraakbeen van de lange pijpbeenderen, de hormonale regeling van de groei, de groeistop en osteoporose, stop van de lengtegroei, de beenvorming uit bindweefsel en kraakbeen, de groeisput bij jongens en meisjes, de groei tijdens de embryonale ontwikkeling
- ...

Klonen kan hier ook aan bod komen:

- therapeutisch klonen en de toepassing bij de vorming van lichaamseigen weefsel o.a. de aanmaak van huid;
- reproductief klonen;
- er kan tijd uitgetrokken worden voor het ethisch aspect van klonen te bespreken.

**Suggesties voor leerlingexperimenten/demonstratie**

- 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 en meiose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).

## 7.8 Voortplanting

(ca. 12 lestijden)

### 7.8.1 *Biologische betekenis van de geslachtelijke voortplanting*

B84	De betekenis van geslachtelijke voortplanting in het voortbestaan van de soort toelichten.	NW1 NW2
<b>Wenken</b> Organismen vertonen een aangeboren drang om zich voort te planten en zo het voortbestaan van de soort te realiseren.		



Bij voorplanting wordt het genetisch materiaal doorgegeven en verspreid over de volgende generaties.

Aan de hand van voorbeelden uit de natuur kan men aantonen dat er door geslachtelijke voortplanting (in tegenstelling tot ongeslachtelijke voortplanting) genetische variaties tussen organismen van eenzelfde soort ontstaan. Genetische variaties spelen een rol in het mechanisme van natuurlijke selectie bij evolutie.

Hier kan dan ook het verschil met ongeslachtelijke voortplanting aan bod komen.

De noodzaak om het aantal chromosomen bij de geslachtelijke voortplanting constant te houden en de rol van meiose hierbij kan hier al aan bod komen.

### 7.8.2 Voorplanting bij de mens

B85	De bouw en de functie van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw <b>toelichten</b> .	NW3
B86	De hormonale <b>regeling</b> van de zaadcelvorming bij man en eicelvorming en menstruele cyclus bij de vrouw <b>toelichten</b> .	NW3
B87	<b>Aan de hand van afbeeldingen</b> de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier <b>toelichten</b> .	NW3
B88	De <b>ontwikkeling</b> van het embryo, de foetale groei en de geboorte <b>beschrijven</b> .	NW3

#### Wenken

De geslachtsorganen (primaire geslachtskenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtskenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van lichaamsbouw, manier van voortbewegen en spierontwikkeling, vetgehalte, cardiovasculair gebied (longinhoud, hartslagvolume, bloedvolume), groei, lengte, massa...

Men kan wijzen op het feit dat tertiaire geslachtskenmerken voornamelijk bepaald worden door cultuur, maatschappelijke waarden en normen, de leefwereld, de tijdsgeest...(AD5)

Gebruik van 3D-modellen biedt een meerwaarde.

Het bespreken van de bouw van het voortplantingsstelsel bij de vrouw kan men koppelen aan de vorming van voortplantingscellen (gametogenese) en de menstruele cyclus (hormonaal, morfologisch). De menstruatiecycclus kan men duiden met een diagram waarin men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerkt.). Bij het bespreken van de bouw en de functie van de menselijke voortplantingsorganen en de gameten is het belangrijk om naast de verschillen ook te wijzen op de gelijkenissen.

Ook bij de man komt de hormonale regeling en het terugkoppelingsmechanisme tijdens de vorming van zaadcellen aan bod.

Een beknopte beschrijving van de verschillende fasen van de bevruchting is voldoende.

Hier komen ook ethische aspecten aan bod. Het is de gelegenheid om te wijzen op de verantwoordelijkheid van beide partners binnen een relatie (AD5, AD6 en AD8).

**Link met het leerplan Natuurwetenschappen 1ste graad:**

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad is een hoofdstuk gewijd aan de voortplanting bij de mens. 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.

Volgende leerplandoelstellingen komen aan bod:

- B56 Op model en beeldmateriaal de belangrijkste voortplantingsorganen van man en vrouw herkennen, benoemen en hun functie weergeven.
- B57 Primaire en secundaire geslachtskenmerken onderscheiden.
- B58 Eicelrijping, eisprong, vruchtbare periode en menstruatie weergeven en op een tijdlijn van de menstruatiecyclus aanduiden.
- B59 De belangrijkste fasen vanaf de coïtus tot de geboorte weergeven.
- Ook in de eerste graad wordt aandacht aan besteed aan het respectvol omgaan met gevoelens, lichamelijke en seksuele geaardheid (AD 5, AD 6 en AD8).

B89	De invloed van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus bespreken.	NW3 NW5 NW6
-----	---	-------------------

U89	De gangbare technieken bij prenatale diagnose beschrijven.	
-----	--	--

**Wenken**

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stress, knellend ondergoed, stralingen de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden. De link met AD5, AD6, AD7 en AD8 wordt gelegd.

Bij de prenatale diagnostiek kan er onderscheid gemaakt worden tussen de routinematige controles en de technieken toegepast bij risicozwangerschappen zoals vruchtwaterpunctie, chorionvlokkentest.


B90	Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, opnoemen en hun betrouwbaarheid vergelijken.	NW3
-----	---	-----

B91	Illustreer dat er mogelijkheden bestaan om vruchtbaarheid te stimuleren.	NW3 NW5 NW6
-----	--	-------------------

B92	Courante voorzorgsmaatregelen beschrijven om soa's te vermijden.	NW5 NW6
-----	--	------------

**Wenken**

Contraceptiva worden benaderd vanuit de actualiteit, de betrouwbaarheid en de werking. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe middelen inwerken op de eierstok (stock of voorraad van eitjes)



en baarmoedercyclus. Men maakt onderscheid tussen hormonale middelen en niet-hormonale middelen (barrièremiddelen (o.a. het spiraaltje, het condoom), kalendertemperatuurmethode, sterilisatie...)

Het is ook zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen over dit onderwerp te leren kennen. De leerlingen kunnen erop attent gemaakt worden dat deze leerstof ontoereikend is als handleiding om de methoden in de praktijk toe te passen. Zeker wat het pilgebruik betreft, moeten ze aangezet worden om hun (CLB)arts te raadplegen.

Het gebruik van de koffer met voorbehoedsmiddelen van Sensoa is hier aan te raden. Deze koffer kan gekocht worden bij Sensoa of geleend worden bij CLB en mutualiteit.

Voor medische informatie is het aangewezen de leerlingen door te verwijzen naar een arts of apotheker.

Volgende technieken die de vruchtbaarheid stimuleren kunnen aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitromaturatie (IVM), donoreicel, donorzaadcel...

Het is belangrijk de voor- en nadelen van de methoden van anticonceptie en de vruchtbaarheidsbehandeling te bespreken met de leerlingen. Het belang van een gezonde levenswijze om zwanger te worden kan aan bod komen en ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus... kunnen besproken worden. (AD5, AD6 en AD8).

Het inzicht op de noodzaak van preventie van soa's primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen (AD5 en AD8). Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord gedrag. Soa's die aan bod kunnen komen, zijn: chlamydia, gonorrhoe, syfilis, genitale wratten, hepatitis B, Herpes genitalis, hiv-infecties, humaan papillomavirus...

Illustratiemateriaal kan je bekomen bij het CLB, arts, Sensoa (vb de koffer met voorbehoedsmiddelen). Voor medische informatie is het aangewezen de leerlingen door te verwijzen naar een arts of apotheker.

Het is zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen te raadplegen.

Thema's die bij de doelen voor wetenschap en samenleving aan bod kunnen komen zijn (AD5, AD6, AD7 en AD8):

- de prenatale zorg;
- de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw;
- de mogelijke risico's bij prenatale onderzoeken;
- het belang van borstvoeding met de verschillen op wereldvlak;
- de 'noodpil' en abortus;
- de ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap...;
- de houding van de Westerse wereld t.o.v. de standpunten van godsdiensten in verband met contraceptiva, condoomgebruik, abortus, onvruchtbaarheidsbehandelingen...;
- het maatschappelijk belang van het begrip 'raszuiverheid' in de plant- en dierenwereld (renpaarden, graangewassen, hondenrassen...).

#### **Suggesties voor leerlingexperimenten**

- microscopisch onderzoek van eierstof, eileider, baarmoederwand, stadia in de eicel;
- microscopisch onderzoek van testis, bijbal, zaadleider, spermatozoïden.

#### **Link met het leerplan Natuurwetenschappen van de 1ste graad**

B 60: Gebruik en functie weergeven van middelen om zwangerschap en soa's te voorkomen.

## 7.9 Erfelijkheid

(ca. 16 lestijden)

### 7.9.1 Chromosomale erfelijkheid

B93	Aan de hand van eenvoudige kruisingsschema's en/of stambomen de overerving van kenmerken bij de mens toelichten.	NW1 NW2
B94	In concrete voorbeelden de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype en fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving gebruiken en verbanden leggen.	NW2
B95	Aan de hand van het ABO-bloedgroep-systeem het begrip multiple allelen omschrijven	NW2
B96	Verschillen tussen de geslachtschromosomen toelichten.	NW2
B97	Het begrip geslachtsgebonden erfelijkheid omschrijven, verklaren en in een stamboom toepassen.	NW2
U97a	De erfelijkheidswetten toepassen in concrete vraagstukken.	
U97b	Uit de resultaten van proeven, de wetten van Mendel afleiden.	
U97c	Uit de resultaten van experimenten van Morgan en uit genenkaarten, afleiden dat genen kunnen gekoppeld zijn en dat er of crossing-over (overkruising) kan optreden.	
U97d	Met een voorbeeld de wet van Hardy en Weinberg illustreren en de voorwaarden van toepassing aangeven.	

#### Wenken

Leerlingen hebben vaak eigen ideeën en beelden over aanleg, erfelijkheid, lijken op ouders.

Aan de hand van eenvoudige stambomen en kruisingsschema's kunnen leerlingen inzicht verwerven in de wetmatigheden van de overervingsmechanismen.

De begrippen fenotype en genotype, dominante/recessieve en co-dominante allelen, homozygote en heterozygote cel komen aan bod tijdens het bestuderen van de stambomen en kruisingsschema's.

Het is belangrijk dat de leerlingen inzicht verwerven in het feit dat de meeste (menselijke) kenmerken niet door één gen maar door meerdere genen worden bepaald. Deze genen werken samen. Bovendien oefent het milieu eveneens een invloed uit op de expressie van genen. Op die manier ontstaat het fenotype. Het toelichten van het belang primeert boven de terminologie.

Voorbeelden van monohybride kenmerken die nauw aansluiten bij de leefwereld van de jongere zoals mucoviscidose, Huntington, dwerggroei, tongrollen, vergroeiing van het oorlelletje, blindheid, doofheid, trisomie 21, resusfactor, de overerving van bloedgroepen (multiële allelen) ... kunnen gebruikt worden.



Voorbeelden van X-geslachtsgebonden allelen zijn: kleurenblindheid, hemofilie, Duchenne-spierdystrofie... De stamboom van de koningshuizen in Europa is hierbij een aangewezen voorbeeld om de overerving van hemofilie te illustreren. De overerving kan van het geslacht verduidelijkt worden door het verschil tussen het X- en Y-chromosoom met seks bepalende regio (SRY) (met TDF en MIS) als geslachtsbepalende factor en door analyse van stambomen met ziekten die vaker bij mannen dan bij vrouwen voorkomen.

U102d: Om na te gaan hoe genen in gehele populaties worden doorgegeven, wordt inhoud gegeven aan de basisbegrippen van de populatiegenetica zoals genenpool en genfrequentie. Dit kan onder meer door gebruik te maken van een computersimulatie. De wet van Hardy en Weinberg met haar voorwaarden wordt besproken.

Het is mogelijk om de leerlingen zelf door middel van eenvoudige kansberekening de frequentie van verschillende genotypen in een ideale populatie te laten berekenen en aldus het Hardy-Weinberg evenwicht te laten afleiden.

De leerlingen komen aldus tot het inzicht dat in een ideale situatie van een grote populatie de frequentie van de genen constant is, maar dat in een reële populatie de Hardy-Weinberg verhouding wel degelijk veranderingen ondergaat (genetische drift). Dit gebeurt vooral ten gevolge van isolatie van een deelpopulatie, partnerkeuze en letale factoren.

**Suggestie voor onderzoeksopdracht:**

- De proeven van Mendel dienen als uitgangspunt om mono- en dihybride kruisingen uit te werken en de resultaten te interpreteren.
- Uit gegeven resultaten van de proeven van Mendel, de mendelwetten afleiden.
- Het oplossen van analysevraagstukken kan een onderdeel zijn van een uitgebreidere onderzoeksopdracht (AD2 tot en met AD4).

## 7.9.2 Moleculaire erfelijkheid

B98	Aan de hand van concrete voorbeelden illustreren dat de genetische informatie in het DNA tot expressie komt in kenmerken.	NW1
B99	Oorzaken van mutaties opnoemen en in verband met het leefmilieu brengen.	NW1
B100	Illustreren aan de hand van voorbeelden dat variatie tussen organismen ontstaat door het samenspel van genetisch materiaal en omgevingsinvloeden.	NW1 NW5
U100a	Het verloop van de eiwitsynthese aan de hand van een schema beschrijven.	
U100b	Het systeem van de genetische code verduidelijken.	

### Wenken

Elk gen brengt via een eiwit een kenmerk tot uiting. De eiwitsynthese bestaat enerzijds uit de transcriptie in de kern, en anderzijds de translatie naar eiwit in het cytoplasma.

Aan de hand van voorbeelden van veranderingen in het DNA die resulteren in eiwitdefecten zoals spierdystrofie, diabetes, albinisme, jicht krijgen de leerlingen een breder zicht op hoe

genen/allelen tot expressie komen in kenmerken (AD5). Enkel de functie van m-RNA en t-RNA en van de tripletcode licht men kort toe.

Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen (modificaties) als veranderingen in het DNA (overerfbare)(mutaties) doen ontstaan. Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties. De invloed van mutagene milieufactoren (chemische stoffen, stralingen...) op het ontstaan en de frequentie van mutaties (en kankergezwellen) licht men toe aan de hand van voorbeelden.

De invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van mutaties kan men verbinden aan aspecten van lichamelijke gezondheid (AD8). Zo is de invloed van het milieu op de bloedgroepen onbestaande (100% erfelijk) terwijl de invloed van voeding op de grootte van mensen, de ontwikkeling van hart- en vaatandoeningen... aanzienlijk is. De factoren die een invloed hebben op de zwangerschap zijn reeds eerder besproken. Ook kenmerken als intelligentie, alcoholisme, extravertie... worden op verschillende manieren door het milieu beïnvloed. Begrippen als “nature and nurture” kunnen hier aan bod komen.

De selectie van mutanten in veeteelt en landbouw geeft het ontstaan aan nieuwe rassen.

Via voorbeelden van zowel modificaties als mutaties verduidelijken we het verschil tussen beide en de gevolgen voor het organisme:

modificaties: spieratrofie bij patiënt die moet rusten na ongeval, verschillende opvoeding (voeding) van een eeneiige tweeling, verschil in oorlengte bij konijnen die in het voorjaar of najaar worden geboren, kleurverschil bij flamingo's, verschil in bladkleur bij een beuk, verschil in vorm van de bovenste en onderste bladeren van klimop...

mutaties: mucoviscidose, sikkelcelanemie, ziekte van Huntington, cri-du-chat, Turnersyndroom, Klinefelter syndroom, trisomie 21...

**In de gentechnologie vinden we verschillende voorbeelden van genexpressie:**

- productie van medicijnen (menselijk insuline en EPO);
- het ontrafelen van het genoom van de mens, bacteriën, dieren en planten;
- het opsporen van DNA-fragmenten bij forensisch onderzoek;
- het zoeken naar genmutaties;
- de diagnose van ziekten en verwantschappen;
- de ontwikkelen van GGO's (genetisch gemodificeerde organismen);

Visualisaties leiden tot een betere begripsvorming van dit complex proces (animaties, film, applets...). Het Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie ([www.vib.be](http://www.vib.be)) stelt hiervoor gratis materiaal beschikbaar (brochures, cd-rom Bio Trom...).

**Suggestie voor leerlingenopdracht:**

opstellen en interpreteren van een modificatie-variabiliteit (Gauss)-curve.

### 7.9.3 Biotechnologie

B101	In het kader van duurzaamheidsvraagstukken toepassingen van bio- en gentechnologie met inbegrip van genetische testen, illustreren en de ethische dimensie ervan toelichten.	NW5 NW6
U101a	Het principe van enkele gentechnieken beschrijven.	
U101b	De werking van restrictie-enzymen bij het knippen van DNA verduidelijken.	
U101c	Illustreren dat in de natuur genoverdracht tussen verschillende organismen plaatsvindt.	
U101d	Illustreren hoe kunstmatige genoverdracht kan gebeuren.	

#### Wenken

Als uitgangspunt voor biotechnologie kan men voorbeelden van natuurlijke genoverdracht (bv. tumorvorming op wilgenbomen) nemen waarbij het begrip plasmide aan bod komt. Vanuit de ontdekking en kennis van plasmiden, restrictie-enzymen en ligasen wordt de ontwikkeling en het ontstaan van transgene organismen of GGO's (Genetisch Gemodificeerde Organismen) geduid. Het ontrafelen van het genoom van de mens, van modelbacteriën, dieren en planten heeft 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.

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 biotechnologie bedrijven, de implicaties voor derdewereldlanden, de keuzevrijheid van consument en producent, de verantwoordelijkheid t.o.v. milieu en gezondheid (AD8), prenatale/genetische diagnostiek, verwantschapstesten, opsporen van gendefecten, therapeutisch en reproductief klonen.

Voorbeelden van het belang van biotechnologie voor de samenleving (productie van waardevolle stoffen, transgene planten en dieren met verbeterde eigenschappen op allerlei domeinen):

- geneeskunde: genterapie bij de mens, insulineproductie, productie van vaccins (Hepatitis-B-vaccin, griepvaccins), therapeutisch klonen en stamcellen...;
- milieu: bacteriën breken kunststoffen af; bacteriën concentreren metalen in de bodem...;
- landbouw en veeteelt: transgeen maïs bevat een gen waardoor de plant ongevoelig wordt voor herbiciden, transgeen maïs die kouderesistent is, sinaasappelen en druiven zonder pitten, bloemen met ongewone kleuren (zwarte tulpen), klonen...;
- gerechtelijk onderzoek.

#### Suggestie voor onderzoeksopdrachten:

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



## 7.10 Evolutie

(ca. 6 lestijden)

B102	<b>Argumenten aangeven</b> die de biologische evolutie <b>ondersteunen</b> en tegenargumenten kritisch <b>bespreken</b> .	NW4 NW6
B103	De evolutie van soorten <b>verklaren</b> volgens de theorie van de Lamarck en Darwin.	NW4 NW6
B104	<b>Met de hedendaagse opvattingen</b> over evolutie <b>verklaren</b> hoe soorten kunnen veranderen en nieuwe soorten kunnen ontstaan.	NW1 NW4 NW5 NW6

### Wenken

In verschillende wetenschappelijke disciplines zoals anatomie en embryologie, paleontologie, biochemie, moleculaire biologie, ecologie en ethologie... vinden we argumenten terug om de evolutiegedachte te ondersteunen. Je kunt aan de hand van figuren en foto's van voorbeelden een aantal van deze argumenten illustreren.

In "On the origin of species by means of natural selection" (1859) pleitte Darwin voor natuurlijke selectie als een mechanisme voor evolutie. Daarbij kun je benadrukken dat deze theorieën ontstonden voor de publicatie van het werk van Mendel.

De theorieën van Darwin en 'de Lamarck' kun je vergelijkend bestuderen.

De oorspronkelijke ideeën rond evolutie kun je uitbreiden met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift.

*De moderne evolutietheorie stoelt op de genetische verscheidenheid binnen een populatie, die ontstaat door de recombinatie van de genen bij elke nieuwe generatie en door mutaties. Op die verscheidenheid werken allerlei vormen van isolatie en selectie divergerend in. Door het bespreken van concrete voorbeelden komen de leerlingen tot het besef dat in al deze gevallen de genetische samenstelling van een populatie wel verandert, dus evolueert. Hierbij mag de natuurlijke selectie als sterkste drijfkracht van evolutie beschouwd worden. De natuurlijke selectie werkt zowel in de richting van aanpassing aan het milieu, als in de richting van een groeiende onafhankelijkheid ten opzichte van het milieu.*

Het is de bedoeling leerlingen te laten inzien dat adaptatie geen doelgerichte aanpassing is maar het aangepast zijn aan het milieu evolutionair voordeel biedt (variatie of mutatie). Dit is noodzakelijk om het mechanisme van evolutie goed te begrijpen.

*Je benadrukt best dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op het niveau van het individu. Met andere woorden binnen een "populatie van organismen" veranderen "erfelijke" eigenschappen in de loop van de generaties als gevolg van genetische variatie, voortplanting en natuurlijke selectie na de "struggle for life".*

Doelstelling B104 leent zich goed om te illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD5, AD6, AD7). Argumenten tegen de evolutietheorie worden kritisch besproken en er wordt een kritische houding aangenomen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken zoals creationisme, Intelligent Design...

Bedoeling is om leerlingen het inzicht bij te brengen dat de evolutietheorie geen geloofsleer is die zonder meer aanvaard moet worden maar wel gebaseerd is op natuurwetenschappelijke argumenten.



#### 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.

B105	Het proces van de hominatie <b>illustreren</b> .	NW4 NW6
U105	<b>Criteria hanteren</b> die toelaten om fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen.	NW4 NW6

#### Wenken

In chronologische volgorde wordt de menswording gekenmerkt door: rechtop lopen, werktuigen gebruiken, de ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, het ontstaan van taal en cultuur (dodencultus).

Men legt verbanden tussen de morfologische veranderingen die optreden en de stappen in het menswordingsproces. Ook de oorzaak van de veranderingen kunnen aan bod komen. Ook de oorzaak van het ontstaan van de stappen in het hominatie proces kunnen aan bod komen. Het is niet de bedoeling om in te gaan op alle vormen van Hominidae en hun morfologische kenmerken.

Het is niet de bedoeling om in te gaan op de verschillende morfologische kenmerken van de fossiele voormensen (Hominidae). De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig ontdekt men nog nieuwe fossielen die het opstellen van verwantschapsbomen tot een de 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).

## 7.11 Afweer (U)

(ca. 10 lestijden)

U106	<b>Aan de hand van voorbeelden</b> , de noodzaak van bescherming tegen lichaamsvreemde indringers <b>toelichten</b> .
U107	<b>Aan de hand van een schema</b> specifieke en niet-specifieke afweer beschrijven en vaccinatie hiermee <b>in verband brengen</b> .
U108	<b>Aan de hand van een gegeven schema</b> het verschil tussen vaccinatie en serumtherapie <b>toelichten</b> .

#### 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 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.

Voor vaccinatie kan vanuit een historische context vertrokken worden (koepokvirus). Vaccinatie is een voorbeeld van actieve en serumtherapie is een voorbeeld van een passieve immunisatie. Vaccinatieboekje (kinderen) en vaccinatiekaart kunnen gebruikt worden.

Het doorgeven van antistoffen via de moedermelk is een voorbeeld van passieve immunisatie.

Men kan eveneens aanhalen dat het immunologisch systeem verantwoordelijk is voor de afstotingsverschijnselen bij orgaantransplantaties en dat men deze afstoting met bepaalde medicatie (immuun suppressieve stoffen) kan onderdrukken.

Ook lichaamseigen cellen die ontaard zijn en niet meer naar behoren kunnen functioneren, kunnen ook door het afweersysteem vernietigd worden. Hierdoor krijgen kankercellen niet altijd de kans om hun, soms desastreus, werk te verrichten.

Voor allergische reacties kan men vertrekken vanuit de ervaring die leerlingen hebben met reacties tegen sommige stoffen die ingeademd (zoals stuifmeel van grassen), of gegeten worden (zoals aardbeien). Ook het allergisch zijn voor medicatie of voor de combinatie ervan met bepaalde voedingsstoffen (zoals alcohol) kan aangehaald worden. Men kan dit verklaren als een antigeen-antilichaamreactie die zeer intensief is en dit door vrijmaking van stoffen zoals histamine, waardoor de bloedcapillairen meer doorlaatbaar worden en waardoor shock en oedeem kunnen ontstaan.

#### **Suggestie voor leerlingexperiment:**

- microscopisch onderzoek van commerciële bloedpreparaten.

#### **Suggesties voor 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 (AD1 tot AD4).

- 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.

U109

Aan de hand van een aandoening de afwijkende werking van het afweersysteem toelichten en het begrip allergie omschrijven.

U110

Het voorkomen en ontstaan van allergieën toelichten.

#### **Wenken**

De afwijkende werking van het afweersysteem omvat zowel het overreageren (vb. allergieën) als het compleet falen (Aids). De rol van histamine en het gevaar voor shock kunnen behandeld worden. Men kan het feit aanhalen dat virussen of bacteriën kunnen muteren, zodat het lichaam niet altijd een snelle en gepaste afweer kan opbouwen.

Voor allergische reacties kan men vertrekken vanuit de ervaring die leerlingen hebben met reacties tegen sommige stoffen die ingeademd (zoals stuifmeel van grassen), of gegeten worden (zoals aardbeien). Ook het allergisch zijn voor medicijnen of voor de combinatie ervan met bepaalde



voedingsstoffen (zoals alcohol) kan aangehaald worden. Men kan dit verklaren als een antigeen-antilichaamreactie die zeer intensief is en dit door vrijmaking van stoffen zoals histamine, waardoor de bloedcapillairen meer doorlaatbaar worden en waardoor shock en oedeem kunnen ontstaan. Deze shocktoestand kan gepaard gaan met bloeddrukverlaging (zwakke pols), verhoogd hartritme, bleekheid en dorst. De herstellende homeostasemiddelen ontoereikend zijn om van zulk een shocktoestand te herstellen. Dringende medische opname is dan noodzakelijk.

#### **Suggesties voor 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 (AD1 tot AD4).

In aanverwante contexten kan de verworven kennis toegepast worden. Hierbij kan er aandacht besteed worden aan gezondheid en hygiëne en het maatschappelijk belang:

- 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;
- het nut/jaarlijkse noodzaak van een griepvaccin;
- Bespreking van belangrijke allergenen.

U111

Het ABO- en resussysteem **uitleggen en in verband brengen** met mogelijke agglutinatie.

#### **Wenken**

De indeling van bloedgroepen van het ABO systeem en de resusfactor berusten op het aanwezig zijn van stoffen in het bloed (antigenen op de rode bloedlichaampjes en antilichamen in het serum). De erfelijkheid van bloedgroepen kan eerder aan bod gekomen zijn.

Bij bloedtransfusies moet men rekening houden met de bloedgroep van donor en acceptor, wil men agglutinatie vermijden. Er zijn talrijke animaties voorhanden om dit te illustreren.

Antistoffen (Antilichamen) worden normaal pas gevormd na contact met het antigeen. Vreemd genoeg bezitten mensen van jongs af aan antistoffen tegen de bloedgroepantigenen. Dit is het gevolg van de aanwezigheid van darmbacteriën die dezelfde antigene hebben als de rode bloedlichaampjes.

Link met diffusie kan hier gelegd worden. Sinds de migraties tijdens de kruistochten komt in Europa ook de resusfactor (positief) voor. Resusnegatieve moeders die tijdens de bevalling in contact komen met resuspositief bloed maken antistoffen tegen hun eigen baby. Door diffusie doorheen de placenta komen deze antilichamen in het lichaam van de baby terecht.

#### **Suggestie voor een demonstratieproef:**

De bloedgroep (ABO en resusfactor) van iemand bepalen. Hou rekening met de veiligheidsaspecten.

## 7.12 Organismen die de gezondheid beïnvloeden (U)

(ca. 10 lestijden)

U112	<b>Gelijkenissen en verschillen</b> in bouw en fysiologie tussen bacteriële cel, eukaryote cel en een virus <b>duiden</b> .
U113	<b>Aantonen</b> dat schimmels, gisten en andere parasitaire organismen de menselijke gezondheid beïnvloeden en <b>aantonen</b> hoe de mens zichzelf en anderen kan beschermen tegen de schadelijke gevolgen ervan.
U114	<b>Het verband</b> tussen besmetting, infectie, pathogeen vermogen, epidemie, endemie, parasiet, symbiont, commensaal en afweer <b>toelichten</b> .

### Wenken

Aan de hand van EM-afbeeldingen worden de delen van de bacteriële (prokaryote) cel besproken en vergeleken met de eukaryote cel. Vermits de submicroscopische structuur van de eukaryote cel al is bestudeerd, kan men hier gemakkelijk de vergelijking maken met prokaryote cellen. Via het uitwerken van een typevoorbeeld, kan men belangrijke verschillen tussen een bacterie en een virus wat bouw en voortplanting betreft, duidelijk maken. Hieraan gekoppeld kan ook duidelijk gemaakt worden dat antibiotica tegen virussen niet werken (AD8).

Bij het bespreken van een ziekteverwekker kan men zich laten leiden door de actualiteit en door de interesse van de leerlingen: ziekte van Lyme, Salmonella, hersenvliesontsteking, Listeria, Clostridium tetani, bacteriële soa ...

Voorbeelden van toepassingen van nuttige micro-organismen vindt men in de voedingssector (yoghurt, kaas...). Men kan ook het voorbeeld van symbiotische darmflora, toepassing in waterzuivering, N-bacteriën uitwerken.

Deze doelstelling biedt ook mogelijkheden om te differentiëren via een informatieopdracht. Een kritische aanpak van dat onderwerp is belangrijk. Dagelijks overspoelt de reclamewereld ons met zogenaamde wetenschappelijke informatie over probiotica en hun nut (AD5).

U115	Een virale infectie met ziektesymptomen en mogelijk preventie <b>bespreken</b> .
------	--

### Wenken

Men kan ook ingaan op de actualiteit en minstens één voorbeeld zoals griep, HIV, hepatitis B-virus, herpesvirus, klierkoorts, aften... uitwerken en de link met vaccinatie leggen. De link met AD8 (gezondheid) ligt voor de hand.

U116	Op een groeicurve, de verschillende <b>fasen</b> van de levenscyclus van een bacterie <b>aanduiden en het belang</b> van de exponentiële fase <b>benadrukken</b> .
------	--

U117	Een <b>betekenis</b> van sporevorming voor bacteriën verwoorden en het potentieel gevaar hiervan voor de mens <b>verduidelijken</b> .
------	---

### Wenken

Uit de studie van een groeicurve van bacteriën, kan men de exponentiële groei afleiden en de gevaren hieraan verbonden.



Sporevorming kan men bekomen door sporevormende bacterieculturen te laten verouderen (bv. door een tweetal weken te laten staan) en er dan een sporenkleuring op uit te voeren. Men kan ook gebruik maken van bactisubtil (te verkrijgen in de apotheek); het is een gevriesdroogde cultuur van *Bacillus subtilis* die bij diarree kan ingenomen worden om de darmflora te herstellen.

Er wordt gewezen op het gevaar voor sporevorming in de voeding bv. bij het terug invriezen van ontdooid voedsel.

## 8 Minimale materiële vereisten

### 8.1 Algemeen

Om de leerplandoelstellingen bij de leerlingen te realiseren, dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur, materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu voor een vaklokaal biologie. Dit alles is daarnaast aangepast aan de visie op leren die de school hanteert.

### 8.2 Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving

Om de beoogde doelstellingen van het leerplan te kunnen bereiken, moet men in het lokaal gebruik kunnen maken van het internet en moet de leerkracht kunnen beschikken over moderne (mobiele) communicatiemiddelen: bv. pc, laptop, tablet...

Visualisatie is noodzakelijk. Projectie (zoals beamer met computer, apps op tablet...) stimuleert een krachtige leeromgeving.

### 8.3 Basismateriaal

- Anatomische modellen (hart, nier, hersenen, ruggenmerg, zenuwcel, voortplantingsorganen man, vrouw...)
- Koffer met voorbehoedsmiddelen (eventueel via Sensoa, CLB, mutualiteit...)
- Prikborden en/of magneetborden waarop recente actuele, wetenschappelijk relevante artikelen kunnen uitgehangen worden.
- Hartslagmeter



## 9 Evaluatie

### 9.1 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**.

### 9.2 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:

...Aan de hand van afbeeldingen en schema's... herkennen en benoemen en hun functie toelichten

...duiden...

...verduidelijken door het verband te leggen...

...beschrijven...

...kwalitatief toepassen...

...structuren verbinden met macroscopische eigenschappen ...

...voorstellen als...

...herkennen als...

Uit waarnemingen afleiden...

Het belang van... illustreren aan de hand van een voorbeeld.

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

### 9.3 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.

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.



## 9.4 Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten

Groepswerk, groepstaken en leerlingen experimenten evenwichtig evalueren is niet eenvoudig. Bij het globaal evalueren van het groepsresultaat spelen zowel procesevaluatie als de weergave van het aandeel van elk groepslid een belangrijke rol. Peerevaluatie en zelfevaluatie maken wezenlijk deel uit van de evaluatie van groepswerk.

De leerlingen krijgen vooraf inzicht in de verschillende stappen die ze moeten doorlopen, in de criteria en in de manier waarop de evaluatie gebeurt. Dit veronderstelt dat van bij het begin van het groepswerk/leerlingenexperiment onder de groepsleden duidelijke afspraken worden gemaakt over de taakverdeling, de planning, de timing en de (zelf)evaluatie.

**De manier van evalueren** behoort tot de autonomie van de school. Het al of niet organiseren van examens en de wijze van rapporteren is materie voor het schoolbeleid en de schoolteams.



## 10 Begrippenkader

De begrippen zijn alfabetisch geordend.

### 10.1 Leerplanbegrippen

- **Algemene doelstellingen:** slaan op de brede vorming. Deze doelstellingen vormen het kader waarbinnen contexten zich situeren en de leerplandoelstellingen ondergebracht worden.
- **Basisdoelstelling:** een leerplandoelstelling met leerstrategie en het verwachte beheersingsniveau.
- **Contexten:** in contextrijke lessen worden verbanden gelegd tussen de leerplandoelstelling/leerinhoud, de leefwereld en de interesses van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.
- **Leerinhouden:** bakenen de doelstellingen af en zijn richtinggevend voor het uitzetten van leerlijnen. De opgenomen leerinhouden zijn de minimaal te realiseren leerinhouden.
- **Leerlijn:** de lijn die wordt gevolgd om kennis, inzichten, vaardigheden of attitudes te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.
- **Leerplandoelstellingen:** de bakens om de leerlijnen te realiseren.
- **Onderzoekend leren:** leren door gebruik te maken van experimentele of theoretische activiteiten met als doel nieuwe kennis te verwerven over (aspecten van) verschijnselen en waarneembare feiten. Tijdens het onderzoekend leren worden de stappen van de wetenschappelijke denk- en werkwijze toegepast.
- **Pedagogische-didactische wenken:** niet-bindende adviezen waarmee de leerkracht en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het onderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.
- **Uitbreidingsdoelstelling:** een doelstelling die extra leerinhoud behandelt zonder dat een hoger beheersingsniveau nodig is.
- **Verdiepende doelstelling:** een doelstelling met een hoger beheersingsniveau dan wat de basisdoelstelling verwacht.

## 10.2 Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen

Aanduiden = aanwijzen, aantonen op een bron vb. kaarten, foto's, beelden, schema's...

Aangeven = een voorstelling geven via voorbeelden, materiaal...

Aantonen = via voorbeelden iets staven

Afleiden = uit onderzoek, bronnenmateriaal, veldwerk halen

Analyseren = onderzoekende houding aannemen

Beschrijven = een voorstelling van iets geven in woorden, door een opsomming van kenmerken en bijzonderheden.

Duiden = uitleggen, een onderdeel plaatsen in een groter geheel

In verband brengen = relaties leggen tussen verschillende parameters, verschijnselen

Illustreeren = aanschouwelijk maken, verduidelijken onder andere door voorbeelden

Onderzoeken = vanuit een vraagstelling of probleem op zoek gaan naar mogelijke oplossingen

Situëren = plaatsen in tijd of ruimte

Toelichten = verduidelijken aan de hand van materiaal, voorbeelden...

Verklaren = duidelijk maken, uitleggen door het leggen van verbanden

Weergeven = tonen aan de hand van figuren, beeldmateriaal, kaarten...



## 11 Eindtermen

1. Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.
2. Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
3. De hormonale regeling van de menselijke voortplanting op een eenvoudige manier verklaren.
4. Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen met inbegrip van de mens.
5. Bij het verduidelijken van en zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.
6. 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.