

## *Uitgangspunten eindtermen Wiskunde, Wetenschappen en Technologie*

### 1. Referentiekaders

De Europese sleutelcompetentie '*Wiskundige competentie en competentie in wetenschappen, technologie en techniek*' hanteert een afzonderlijke definitie voor '*Wiskundige competentie*', en één voor '*competenties op het vlak van wetenschappen technologie en techniek*'. Omwille van de duidelijke eigenheid van de Wiskundige competentie, de Wetenschappelijke competentie en de Technologische competentie werd ervoor gekozen om voor elke discipline afzonderlijke referentiekaders te ontwikkelen. Hiermee willen we geenszins de indruk wekken dat er geen sterke band bestaat tussen de drie vakgebieden, integendeel.

In het referentiekader '*Wetenschappelijke competentie*' komen de componenten '*materie*' en '*energie*' en hun onderlinge interacties aan bod. Met deze componenten kunnen alle '*fysische*' verschijnselen worden verklaard, gaande van subatomaire tot astrofysische structuren en verschijnselen en dit zowel bij de niet-levende, als de levende '*natuur*'. Niettemin werd in het referentiekader een onderscheid gemaakt tussen de levende en de niet-levende natuur. Hoewel de niet-levende en de levende natuur bestaan uit dezelfde basisbestanddelen, ligt het verschil in de wijze waarop deze basisbestanddelen samenhangen. De levende natuur wordt gekenmerkt door vier basiseigenschappen: specifieke organisatievormen, homeostase, voortplanting en (biologische) evolutie. Deze vier basiseigenschappen vormen de componenten van de levende natuur. De laatste component in het referentiekader voor wetenschappen omvat wetenschappelijke terminologie, symbolen, grootheden en SI-eenheden, '*procedurele*' kennis en epistemologie. Hoewel in de praktijk de inhoud van deze component veelal wordt geïntegreerd met de inhoud van de andere componenten, vormt het een belangrijk onderdeel van wetenschappen en werd het als aparte component opgenomen in het referentiekader. Procedurele kennis is het geheel van procedures en vaardigheden waarop wetenschappelijk onderzoek gebaseerd is en epistemologie omvat het begrijpen waarom '*we weten wat we weten*'.

In het referentiekader '*technologische competentie*' komen de componenten '*technische systemen*', '*technisch proces*' en '*criteria voor keuzes*' aan bod. De component '*technisch systeem*' omvat de werking van technische systemen, deelsystemen en hun onderdelen noodzakelijk om een technisch systeem goed te kunnen gebruiken, te maken, te onderhouden/herstellen en te optimaliseren. In de component '*technisch proces*' gaat over de manier waarop een technisch systeem ontworpen, gemaakt, gebruikt en geëvalueerd wordt. '*Criteria voor keuzes*' handelt over de onderbouwing die nodig is bij het maken van keuzes in functie van het gebruik van een technisch systeem en het doorlopen van een technisch proces.

In het referentiekader '*wiskundige competentie*' komen vier grote componenten aan bod: '*hoeveelheid*', '*ruimte en vorm*', '*relatie en verandering*' en '*data en onzekerheid*', telkens met bijbehorende wiskundige terminologie, procedurele kennis en achterliggende redeneringen. Hoeveelheid wordt opgevat als een geheel van kenmerken en principes die met getallen en rekenvaardigheden verbonden zijn. In relatie en verandering wordt de

nadruk gelegd op modelleren van relaties en veranderingen op analytische en algebraïsche wijze. Ruimte en vorm is nauw verbonden met meetkunde en richt zich op vorm, grootte en positie van meetkundige objecten en het effect hiervan op onze visuele perceptie. Om de ruimte waarin wij leven en bewegen te vatten, moet men leren omgaan met vormen die ons omringen. Data en onzekerheid omvat het identificeren en samenvatten van de boodschap uit data die op verschillende manieren kan gepresenteerd worden.

Voor de bepaling van deze componenten werd gebruikgemaakt van verschillende bronnen zoals specifieke onderzoeksliteratuur, buitenlandse curricula en de inbreng van experts.

Naast deze referentiekaders zijn binnen de ontwikkelcommissie volgende referentiekaders bepaald:

Voor wiskunde:

- *Draft Mathematics framework Pisa (2015)*
- *GAISE-rapport (2005)*
- *SLO Nederland: Wiskunde in het voortgezet onderwijs*

Voor wetenschappen:

- *A framework for K-12 Science education (2011)*
- *The next Generation Science Standards (NGSS) (2013)*
- *Science framework Pisa (2015)*
- SLO Nederland (2014). Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo

Voor technologie:

- *TOS 21. Technische geletterdheid voor iedereen (2008)*
- *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology. (2007)*

Gemeenschappelijk voor de drie disciplines:

- *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO – The Earth charter*
- *STEM-kader voor het Vlaamse onderwijs - Principes en doelstellingen. Departement Onderwijs en vorming (2015).*
- *The American Association for the Advancement of Science (AAAS)”. Project 2061: a long-term research and development initiative focused on improving science education so that all Americans can become literate in science, mathematics, and technology.*

## 2. Samenhang sleutelcompetenties, bouwstenen en eindtermen

De zesde decretale sleutelcompetentie ‘*Competenties inzake wiskunde, exacte wetenschappen en technologie*’ komt overeen met de Europese sleutelcompetentie ‘*Wiskundige competentie en competenties inzake wetenschappen, technologie en techniek*’ en wordt volgens deze laatste als volgt beschreven: ‘*Wiskundige competentie is het*

*vermogen wiskundige denkpatronen en inzichten te ontwikkelen en toe te passen om diverse problemen in dagelijkse situaties op te lossen. Deze competentie stoelt op een degelijke beheersing van rekenvaardigheid, waarbij het accent op processen en activiteiten ligt, alsmede op kennis. Wiskundige competentie houdt - in uiteenlopende mate - het vermogen en de bereidheid in om wiskundige denkmethoden en wiskundige voorstellingen (formules, modellen, constructies, grafieken, diagrammen) toe te passen.’ en ‘Competentie op het gebied van wetenschappen is het vermogen en de bereidheid om de natuurlijke wereld te verklaren met behulp van het reservoir aan kennis en toegepaste methoden, zoals waarnemingen en experimenten teneinde tot een probleemstelling te komen en wetenschappelijk onderbouwde conclusies te trekken. Competenties in technologie en techniek zijn toepassingen van die kennis en methoden om in geconstateerde menselijke behoeften te voorzien. Competentie op het gebied van wetenschappen, technologie en techniek impliceert inzicht in de door menselijke activiteit veroorzaakte veranderingen en de verantwoordelijkheid als individueel burger.’* Beide formuleringen onderschrijven de eigenheid van de drie disciplines in de sleutelcompetentie maar ook de onderlinge afhankelijkheid, de link met probleemoplossend denken en de affiniteit met de maatschappij.

De eigenheid van de disciplines wordt geëxpliciteerd in bouwstenen voor wiskunde, wetenschappen en technologie. Het ontwikkelen van kennis en inzicht staat hier centraal en is geconcretiseerd in discipline specifieke eindtermen.

De problemen en uitdagingen in de complexe wereld van vandaag en morgen vereisen niet enkel en alleen kennis en vaardigheden uit de specifieke disciplines maar ook maar ook interdisciplinaire vaardigheden zoals probleemoplossend denken, creativiteit, kritische denken, samenwerken ... m.a.w. 21ste eeuwse vaardigheden.

De eindtermen bij de bouwsteen ‘Natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige concepten en methoden inzetten om problemen op te lossen en om objecten, systemen en hun interacties te onderzoeken en te begrijpen.’ omvatten een aanzienlijk deel van deze vaardigheden maar ook de eindtermen bij andere sleutelcompetenties zijn hierbij essentieel. Het geheel van deze eindtermen moet de leerlingen in staat stellen om interdisciplinair wiskundige, wetenschappelijke, technologische en STEM-problemen<sup>1</sup> op te lossen en de relevantie van de disciplines te ervaren. Net zoals het vierletterwoord ‘STEM’ aangeeft, bedoelen we met STEM steeds de integratie van de verschillende componenten.

Kritisch en probleemoplossend denken en abstract redeneren zijn belangrijke competenties die ook gekoppeld moeten worden aan de concrete realiteit.

Daarnaast zijn onderzoekscompetenties belangrijk binnen deze sleutelcompetentie, met name het ontwikkelen van (wetenschappelijke) inzichten en verbanden kunnen zien en leggen. Belangrijk hierbij zijn wiskunde en statistiek en het integraal benaderen van wetenschappen, technologie, engineering en wiskunde (STEM).

---

<sup>1</sup> STEM-problemen = problemen die een geïntegreerde aanpak van meerdere STEM-disciplines vereisen om op opgelost te worden.

Hieruit blijkt een duidelijk pleidooi voor het zinvol ontwikkelen en opbouwen van wiskundige kennis en denkwijzen waarbij abstractere begrippen aan een zinvolle context worden gekoppeld. Het situeren in tijd en ruimte van wiskunde, (natuur)wetenschappen, technologie en STEM als cultuurproduct is een manier om de link met de realiteit te expliciteren. Bij het ontwikkelen van de wetenschappelijke en technologische competenties is de link met de concrete realiteit vanzelfsprekend.

### 3. De bouwstenen en eindtermen

#### BOUWSTENEN WISKUNDE

De stellingname dat wiskunde abstract en formeel is en dat ze eigenlijk los staat van de realiteit is tot op zekere hoogte correct. Bij wiskundeonderwijs gaat het echter eerder om het zinvol ontwikkelen en opbouwen van wiskundige kennis en denkwijzen. Dit vereist een didactische aanpak die voldoende aandacht besteedt aan de zingeving van de abstractere wiskundige begrippen. Vandaar dat bij de interpretatie van de eindtermen niet alleen rekening moet gehouden worden met het vak zelf, maar ook met de leerling en met de maatschappij waarbinnen die leerling zal functioneren. De kennis moet dus bij voorkeur worden toegepast in diverse situaties. In de eindtermen zelf wordt zelden gedefinieerd of ze in een context gerealiseerd moeten worden. In de A-stroom beoogt men het realiseren van elke eindterm met en zonder context. Voor de B-stroom ligt de nadruk wel op het functioneel inzetten van de eindterm in contexten.

Bij wiskunde worden een aantal onderwerpen aangebracht die niet meteen in zijn geheel afgewerkt zullen worden. Sommige van deze onderdelen komen in latere jaren opnieuw aan bod op een hoger niveau. Ook kennis die in de lagere school reeds verworven is, wordt verder uitgediept.

Bij het lezen van de bouwstenen houdt men best voor ogen dat er in de mate van het mogelijke gecommuniceerd wordt via wiskundetaal, bestaande uit een basisinstrumentarium van gewone taal, vakspecifieke terminologie, definities, symbolen en voorstellingen.

Het gebruik van technische hulpmiddelen biedt een meerwaarde en een ondersteuning bij het onderzoeken en/of oplossen van problemen. Dit kan gaan over een geodriehoek, passer, lat maar ook over ICT zoals computerondersteuning of (grafische) rekenmachines. Er moet steeds op een doordachte manier beslist worden wanneer en welk hulpmiddel zal ingeschakeld worden. De bedoeling is het hulpmiddel te gebruiken om wiskundige concepten te illustreren en eventueel berekeningen te vereenvoudigen. Wanneer er niet expliciet vermeld staat of de betreffende eindterm met ICT gerealiseerd mag worden of niet, moet deze gerealiseerd worden zonder ICT. Dit neemt niet weg dat illustratie met ICT een extra bijdrage kan leveren. ICT wordt gebruikt als allesomvattende naam voor digitale tools zoals (grafisch) rekenmachine, computer, GSM...

## Inzicht ontwikkelen in en omgaan met getallen en hoeveelheden: getallenleer

Men doelt hier op de kennis van en het inzicht in verschillende soorten getallen, getalstelsels, bewerkingen en schattingen. Deze komen ook voor in realistische contexten die gepaard gaan met getallen, bijvoorbeeld aantallen, geld, tijd, massa, afstand of het lezen van de klok. Numerieke waarden van grootheden worden hier ook in vervat. In realiteit wordt vaak een benadering gebruikt die, afhankelijk van het doeleinde, voldoende dicht in de buurt ligt van de exacte waarde.

### *Eerste graad A-stroom*

Naast het rekenen met getallen komt ook de kennis van het getal zelf aan bod (Eindterm 6.1, 6.2 en 6.3). Elk getal behoort tot een verzameling. De verzamelingen en hun eigenschappen worden in de eerste graad behandeld tot en met de verzameling van de rationale getallen. Dit wil zeggen dat natuurlijke, gehele en rationale getallen apart aan bod komen, maar dat ook de natuurlijke als deel van de gehele en de gehele als deel van de rationale getallen gezien worden. Ten opzichte van de lagere school worden ook de bewerkingen zelf uitgebreid, leerlingen moeten verschillende getalrepresentaties (decimale vorm, breuk, procent) vlot kunnen omzetten en getallen vlot kunnen ordenen. Schattingen kunnen louter betrekking hebben op het schatten van de uitkomst van een berekening, maar zij kunnen ook in de context van een oefening gezien worden. Het is bijvoorbeeld niet realistisch om een traprede van 2m hoog uit te komen. In een bepaalde context kan ook een benadering zinvol zijn. Hierbij komen benaderingstechnieken aan bod: het antwoord insluiten in een interval en aan de hand van de context het antwoord formuleren. Het is bijvoorbeeld niet realistisch dat men voor het schilderen van een huis binnen één week 4,23 schilders nodig heeft. Men zal dan 5 schilders moeten inhuren om het schilderwerk binnen de week te realiseren. Volgens de afrondingsregels, zou 4,23 echter op 4 afgerond worden (Eindterm 6.4). Een bekomen resultaat dient ook steeds geëvalueerd te worden. ICT is een hulpmiddel als men met grotere getallen wil werken waardoor ook het gevoel voor grootte-orde bevorderd wordt. Het is echter niet de bedoeling het handmatige rekentechnische aspect volledig achterwege te laten. Wanneer men geen gebruik mag maken van ICT is het evenmin de bedoeling om ellenlange complexe rekensituaties te veroorzaken.

### *Eerste graad B-stroom*

In de eerste graad B-stroom wordt de nadruk gelegd op functioneel rekenen. Functioneel rekenen is rekenen in realistische contexten of in praktische situaties. Dit gebeurt al dan niet met ICT. Als een opgave wordt opgelost zonder ICT moet er handig gerekend worden. Het getal als element van een getalverzameling wordt achterwege gelaten. Het is van belang de hoofdbewerkingen zelf onder de knie te krijgen (Eindterm 6.1). ICT-hulpmiddelen zoals een zakrekentoestel worden ingezet als hulpmiddel, maar enkele veel voorkomende zaken uit het dagelijkse leven moeten zonder ICT uit het hoofd kunnen berekend worden. Dit kan bijvoorbeeld gaan over het uitrekenen van de prijs van een kleedje dat je koopt met 50% korting, waarbij benaderingen van de oorspronkelijke prijs wel belangrijk zijn. Als het kleedje bijvoorbeeld €29,99 euro kostte, rekent men verder met €30

i.p.v. €29,99. Schattingen van grootte-orde en afrondingen zijn essentieel bij het evalueren van een uitkomst.

### *Basisgeletterdheid*

Eindterm BG 6.1 beoogt dat de leerling met behulp van ICT (GSM, computersoftware, zakrekenmachine,...) bewerkingen met natuurlijke getallen en positieve decimale getallen met maximaal 2 cijfers na de komma kan uitvoeren in realistische situaties. Dit kan bijvoorbeeld het berekenen van een reductie in de solden zijn, de aankoopprijs per koper berekenen in geval van een gezamenlijke aankoop, ... Hierbij is het nuttig dat men vooraf de grootte-orde van het resultaat van de bewerking kan schatten zodat de leerling een realistisch idee heeft van het resultaat. Ook het zinvol afronden van het resultaat van een bewerking is noodzakelijk. Indien berekend werd dat bijvoorbeeld 6,23 potten verf nodig zijn om een ruimte te schilderen, is het aangewezen om 7 potten verf te kopen in plaats van 6.

In de huidige maatschappij wordt informatie veelal voorgesteld in tabellen. Denk bijvoorbeeld aan een uurschema van het openbaar vervoer, eenheidsprijzen van verschillende soorten materialen in een doe-het-zelf zaak, ... Eindterm BG 6.2 heeft als doelstelling dat de leerling deze informatie kan gebruiken. Dit betekent de tabel juist lezen, de gegevens juist interpreteren en indien nodig bewerkingen uitvoeren op de gegevens met behulp van ICT. Daarnaast is het gebruik van maatgetallen en eenheden van lengte, oppervlakte, volume, tijd en massa essentieel in het dagelijks leven (eindterm BG 6.3). De leerling moet in staat zijn om in een realistische context de juiste eenheid met de juiste grootte te gebruiken alsook een maatbesef hebben van deze grootheden. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de duur van een film uitdrukken in uren of minuten en niet in kilometer maar ook niet in seconden en dat een film doorgaans 2 uren duurt en geen 5 uren.

### **Inzicht ontwikkelen in en omgaan met ruimte en vorm: meetkunde en metend rekenen**

Deze bouwsteen richt zich op de vorm, grootte en positie van meetkundige objecten en het effect hiervan op onze visuele perceptie. Om de ruimte waarin wij leven en bewegen te vatten, moet men leren omgaan met vormen die ons omringen.

### *Eerste graad A-stroom*

In de eerste graad A-stroom wordt de leerlijn rond vlakke meetkunde opgestart: zo moeten leerlingen meetkundige objecten in het vlak kunnen analyseren (Eindterm 6.5). Ze kunnen meetkundige relaties als loodrechte en evenwijdige stand van rechten ontdekken, sporen symmetrie op en kunnen van twee vlakke figuren bepalen of ze congruent zijn. De eigenschappen van vlakke figuren zorgen ervoor dat drie- en vierhoeken geclassificeerd kunnen worden. Ook meetkundige objecten in ruimte worden van nabij bekeken: zo maken leerlingen het onderscheid tussen evenwijdige, snijdende en kruisende rechte en het verband tussen vlakke- en ruimtefiguren wordt aangehaald (Eindterm 6.6). Hierbij is kunnen omgaan met perspectief van essentieel belang. Als een ruimtefiguur in een bepaald perspectief bekeken wordt, gaat er informatie verloren waardoor het soms kan beschouwd worden als een vlakke figuur. Symmetrie moet ook in de ruimte worden ontdekt, maar dit mag beperkt worden tot heel eenvoudige voorbeelden. Het gaat hier vooral over het besef

dat er ook in de ruimte symmetrie bestaat, zodat niet het beeld ontstaat dat dit louter iets is dat in vlakke voorstellingen kan voorkomen.

Naast het analyseren en onderscheiden moeten leerlingen de vlakke meetkundige objecten ook kunnen voorstellen (Eindterm 6.7). ICT kan hierbij een ondersteuning bieden, maar het is niet de bedoeling dat het psychomotorische aan de kant geschoven wordt voor ICT. Sommige vlakke meetkundige objecten, die aan bepaalde eigenschappen voldoen, moeten ook manueel voorgesteld kunnen worden.

Een belangrijk concept dat in de eerste graad geïntroduceerd wordt zijn de transformaties (Eindterm 6.8). De behandelde transformaties worden in de eerste graad bewust beperkt tot de isometrieën: de transformaties die de afstand bewaren. Dit omdat zo eenvoudig de link kan gelegd worden met congruentie van vlakke figuren, een ander belangrijk concept in de eerste graad. Meer specifiek gaat het om spiegelingen (om een as en een punt), rotaties (om een hoek) en verschuivingen (om een vector). De nadruk ligt hier op het verklaren van het beeld en de behoudseigenschappen van afstand. Het is niet noodzakelijk dat leerlingen het beeld onder een isometrie van allerhande ingewikkelde figuren zelf bepalen. Het manueel bepalen van het beeld van een eenvoudige figuur, zoals bijvoorbeeld een driehoek, kan wel een stap zijn naar een dieper inzicht in de behoudseigenschap van afstand bij isometrieën. Bij het berekenen van omtrek en oppervlakte van vlakke figuren en het berekenen van inhoud van ruimtefiguren is het belangrijk dat leerlingen inzicht verwerven in de opbouw van de formules en dat zij omtrek, oppervlakte en inhoud kunnen berekenen zonder formularium (Eindterm 6.9).

### *Eerste graad B-stroom*

In de eerste graad B-stroom wordt bij de vlakke meetkunde (Eindterm 6.2) gestart met het onderscheiden van verschillende soorten hoeken een rechte en een lijnstuk, evenwijdige en snijdende rechten, soorten driehoeken en vierhoeken en een cirkel. Daarnaast is het belangrijk dat ze de hoekgrootte van een hoek kunnen bepalen en nauwkeurig de lengte van een lijnstuk kunnen meten. De meetkundige objecten die in de B-stroom aan bod komen zijn dus eerder beperkt en de meetkundige eigenschappen, die een cruciale pijler vormen voor deze analyse in de A-stroom, worden in de B-stroom achterwege gelaten.

Voor ruimtemeetkunde (Eindterm 6.3) moeten leerlingen een ruimtefiguur van een vlakke figuur kunnen onderscheiden, een aantal welbekende ruimtefiguren kunnen onderscheiden en evenwijdige, snijdende en kruisende rechten herkennen in de ruimte.

Daarnaast moeten leerlingen de vlakke meetkundige objecten ook kunnen voorstellen (Eindterm 6.4).

Bij het berekenen van omtrek en oppervlakte van vlakke figuren en het berekenen van inhoud van ruimtefiguren is het belangrijk dat leerlingen begrijpen waar formules vandaan komen, maar het effectief kunnen berekenen van omtrek, oppervlakte en inhoud mag wel gebeuren aan de hand van een formularium (Eindterm 6.5).

### *Basisgeletterdheid*

Eindterm BG 6.4 heeft als doel dat de leerling vlakke figuren, ruimtefiguren en meetkundige relaties in functionele contexten herkent. Het herkennen van het feit dat de muren van een huis loodrecht op het oppervlak staan, dat de wanden van een kast normaliter evenwijdig zijn ten opzichte van elkaar, dat het wiel van een fiets geen bol is maar een cirkel, ... Een veelvoorkomende vlakke figuur is de rechthoek. Denk maar aan de vorm van een tafelloppervlak, de wanden van kasten, de vorm van een voetbalveld, ... Het berekenen van de omtrek en oppervlakte van een rechthoek met gegeven formule behoort dan ook tot de basisgeletterdheid wiskunde.(Eindterm BG 6.5).

### **Inzicht ontwikkelen in en omgaan met relatie en verandering: zoals algebra, analyse en discrete structuren**

Bij deze bouwsteen wordt de nadruk gelegd op modelleren van relaties en veranderingen op analytische en algebraïsche wijze. Getallen worden voorgesteld door letters en de relaties in formules gegoten. Algebra omvat hier dus veeltermen, vergelijkingen, ongelijkheden, stelsels van vergelijkingen, matrices, vectorruimten en algebraïsche structuren (groepen, ringen, velden). In analyse komen algebra en meetkunde samen en worden functies onderzocht. Naast de representatie van functies (tabellen, grafieken, koppels ...) gaat het hier ook over het bestuderen van het verloop van functies, het limietbegrip, afgeleiden, continuïteit, integralen (bepaalde en onbepaalde) en differentiaalvergelijkingen. Omdat algebra en analyse te kort schieten voor bijvoorbeeld telproblemen, combinatieleer, iteratiemethoden... werden ook discrete structuren toegevoegd aan deze bouwsteen.

### *Eerste graad A-stroom*

Deze bouwsteen bevat in de eerste graad A-stroom een palet aan eindtermen waar werken met coördinaten in het vlak, algebraïsch rekenen, omgaan met recht- en omgekeerd evenredige grootheden, patroonherkenning en oplossen van eerstegraadsvergelijkingen een plaats krijgen.

Voor het bepalen van punten in het vlak door middel van coördinaten (Eindterm 6.10) is het belangrijk dat leerlingen zowel een punt kunnen bepalen als de coördinaten gegeven zijn, maar ook van een gegeven punt de coördinaten kunnen bepalen.

Na het rekenen met getallen wordt in eindterm 6.11 overgestapt op letters en komt men tot algebraïsch rekenen. De bewerkingen en eigenschappen van de getallenleer krijgen hier een hogere, abstracte waarde. Het komt er hier op aan om vlot te kunnen rekenen met lettervormen, inclusief het kunnen uitwerken van de merkwaardige producten tot een som. Het ontbinden in factoren (de omgekeerde richting) komt nog niet aan bod in de eerste graad.

Eindterm 6.12 gaat over het hanteren van letters als onbekenden, als variabelen en voor veralgemeningen. Zo moeten leerlingen van een gegeven algebraïsche uitdrukking of formule de concrete getalwaarde van deze uitdrukking of formule kunnen berekenen als de getalwaarden van de letters gegeven zijn.



Eindterm 6.13 sluit hier mooi bij aan en gaat over rechtevenredige en omgekeerd evenredige grootheden. Leerlingen moeten de verschillende representaties van zulke grootheden kunnen hanteren (tabellen, grafieken én formules) en de evenredigheidsfactor kunnen berekenen.

Eindterm 6.14 gaat nog een stapje verder in het aanscherpen van de formulevaardigheid van leerlingen en gaat over het beschrijven van eenvoudige patronen met formules. Een patroon kan een stippenpatroon zijn, maar ook vraagstukje zijn: bv. ik krijg van oma sinds mijn geboorte 10 euro voor mijn verjaardag, maar elk jaar dat ik ouder wordt komt daar nog eens 5 euro bovenop,.... Het is de bedoeling dat leerlingen eerst de regelmaat ontdekken in dit gegeven patroon en vervolgens deze regelmaat omschrijven met behulp van een formule. Het gaat er nu niet om getalwaarden van een gegeven formule te bepalen, maar zelf de formule op te stellen.

Eindterm 6.15 verwacht van leerlingen dat ze eerstegraadsvergelijkingen kunnen oplossen (met één onbekende). Uiteraard is het niet de bedoeling om de focus uitsluitend op de pure rekenvaardigheid van het oplossen van eerstegraadsvergelijkingen te leggen, maar is ook het modelleren ervan in vraagstukken belangrijk. Dit zit vervat in eindtermen voor de bouwstenen 'Natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige concepten en methoden inzetten om problemen op te lossen en om objecten, systemen en hun interacties te onderzoeken en te begrijpen.' en 'Modelleren en problemen oplossen door analyseren, (de)mathematiseren of aanwenden van heuristieken.' Als men uit een vraagstuk het probleem kan beschrijven met een eerstegraadsvergelijking, kan men het probleem oplossen door deze vergelijking op te lossen en de uitkomst terug te vertalen naar het gevraagde.

### *Eerste graad B-stroom*

Voor leerlingen uit de B-stroom is het niet belangrijk om getallenleer uit te breiden naar een abstracter niveau. Wel is het zinvol dat zij in de eerste graad reeds een idee krijgen van het werken met een assenstelsel. Functioneel doelt hier eerder op 'in functie van', omdat het hier meer aanzien wordt als tussenstap naar het interpreteren van grafieken waarbij een x-as en y-as aan bod komen. Bovendien is het voor deze leerlingen vaak in de komende beroepsopleiding noodzakelijk dat zij vlot coördinaten kunnen hanteren (Eindterm 6.6).

Het functioneel rekenen met wiskundige verhoudingen (Eindterm 6.7) vereist het kunnen redeneren over verhoudingen in contexten met behulp van verhoudingstabellen. Hoewel eindterm 6.7 ook onder de bouwsteen 'Inzicht ontwikkelen in en omgaan met relatie en verandering: zoals algebra, analyse en discrete structuren.' had kunnen ressorteren, werd er toch geopteerd om het hier op te nemen, naar analogie met het onderdeel recht- en omgekeerde evenredige grootheden uit de A-stroom.

### *Basisgeletterdheid*

In eindterm BG 6.6 moet de leerling in staat zijn om verhoudingstabellen te gebruiken in realistische contexten. Wanneer bijvoorbeeld in een kookboek een recept staat voor 2

personen kan de leerling met een gegeven verhoudingstabel de benodigde ingrediënten omrekenen naar bijvoorbeeld een recept voor 5 personen.

### **Inzicht ontwikkelen in en omgaan met data en onzekerheid: zoals kansrekenen en statistiek**

In onze maatschappij wordt zeer veel informatie aangeboden via beelden. Binnen wiskunde moet de leerling leren omgaan met de wiskundige verwerking van informatie in tabellen met getallen, grafieken, diagrammen en schema's. Met statistiek kan men vragen beantwoorden door een statistisch onderzoek uit te voeren. Er wordt gestart met het stellen van een geschikte vraag en het verzamelen van (meestal onvolledige) gegevens; de data. Daarna wordt de verzamelde data geanalyseerd en worden de analyses (kritisch) geïnterpreteerd op basis van statistische modellen, eventueel rekening houdend met de significantie. In kansrekening gaat het om het verloop van toevalsprocessen. Men onderzoekt alleen situaties waar toeval een rol speelt. Hierdoor kan men nooit zeker zijn van een uitkomst, maar men kan wel aangeven wat de mogelijke uitkomsten zijn en deze koppelen aan de waarschijnlijkheid dat ze voorkomen.

#### *Eerste graad A-stroom*

In de eerste graad wordt de leerlijn statistiek opgestart met het voeren van een beperkt beschrijvend statistisch onderzoek (Eindterm 6.16). We willen rond statistiek in de eerste graad niet focussen op geïsoleerde kennis of aparte deelvaardigheden, maar we streven naar kennis en vaardigheden die aanleiding geven tot een competentie. Dit sluit aan bij de manier waarop het GAISE-rapport goed statistiekonderwijs beschrijft.

De leerlingen stellen een statistische vraag over een beperkte groep (20 à 25 individuen, bv. de klasgroep). Ze beantwoorden die vraag door gegevens te verzamelen bij de volledige groep, deze gegevens vervolgens oordeelkundig voor te stellen in een tabel met absolute frequenties van niet-gegroepeerde gegevens en in een grafiek (staafdiagram, cirkeldiagram, lijndiagram en dotplot), alsook de verdeling van de gegevens oordeelkundig te beschrijven aan de hand van gemiddelde, mediaan, modus en variatiebreedte.

#### *Eerste graad B-stroom*

In de eerste graad wordt de leerlijn statistiek opgestart met het voeren van een beschrijvend statistisch onderzoekje (Eindterm 6.8). We willen rond statistiek in de eerste graad niet focussen op geïsoleerde kennis of aparte deelvaardigheden, maar we streven naar kennis en vaardigheden die aanleiding geven tot een competentie. Dit sluit aan bij de manier waarop het GAISE-rapport goed statistiekonderwijs beschrijft. De leerlingen stellen een statistische vraag over een beperkte groep (20 à 25 individuen, bv. de klasgroep). Ze beantwoorden die vraag door gegevens te verzamelen bij de volledige groep, deze gegevens vervolgens oordeelkundig voor te stellen in een tabel met absolute frequenties van niet-gegroepeerde gegevens en in een grafiek (staafdiagram, cirkeldiagram en lijndiagram), alsook de verdeling van de gegevens oordeelkundig te beschrijven aan de hand van het gemiddelde en de mediaan.

### *Basisgeletterdheid*

Naar analogie met eindterm BG 6.2 wordt informatie in het dagelijks leven ook weergegeven met behulp van diagrammen. Om maatschappelijk te kunnen functioneren is het belangrijk om informatie uit deze diagrammen te halen (eindterm BG 6.7). Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het aflezen van een temperatuur uit een lijndiagram dat de temperatuurschommelingen over een bepaalde periode weergeeft, het vergelijken van de afgelezen waarde met een andere waarde in hetzelfde diagram, het kunnen aflezen van een 'spie' uit een cirkeldiagram, ...

### **Redeneringen opbouwen en abstraheren rekening houdend met de samenhang en structuur van wiskunde**

Wiskundig inzicht wordt ontwikkeld en probleemoplossend denken bevordert door wiskundig redeneren via formulering van een vermoeden, argumentatie, verklaring, bewijsvoering, veralgemening, structureren, ordenen, analoog werken en/of synthetiseren. Het gaat dus om meer dan enkel het opstellen van een bewijs. De samenhang kan op deze manier overzien worden, los van het fragmentarische. Een aantal wiskundige denkmethoden dienen verworven te worden. Belangrijk is dat leerlingen verplicht worden te reflecteren over het denkproces. Indien nodig kan men bijsturen en bij het uitblijven van resultaten dient er gezocht te worden naar oorzaken.

### *Eerste graad A-stroom*

In de eerste graad A-stroom starten we het opbouwen van redeneringen en abstraheren binnen de samenhang en structuur van de wiskunde met eindterm 6.17. In deze eindterm starten we heel bescheiden met logica: leerlingen moeten het onderscheid kennen tussen een 'als dan'-relatie (implicatie) en een equivalentie-relatie (als en slechts als-relatie). Ook het gebruik van de correcte pijlen bij dit soort relaties is van belang. Het is hierbij belangrijker dat de leerlingen de relaties kunnen gebruiken dan dat ze in woorden kunnen uitleggen wat ze betekenen. Daarnaast zien leerlingen voor de eerste keer hoe wiskundige kennis verworven kan worden door middel van het opstellen van eenvoudige bewijsjes. De bewijzen die gezien worden hebben betrekking op de leerstof die in de eerste graad A-stroom aan bod komt. Bij de bouwsteen 'Inzicht ontwikkelen in en omgaan met getallen en hoeveelheden: getallenleer' hebben deze bewijzen betrekking op de congruentiekenmerken (bewijzen dat twee driehoeken congruent zijn a.d.h.v. congruentiekenmerken), eigenschappen over transformaties, drie- en vierhoeken (vb. bewijzen dat de diagonalen in een vierkant even lang zijn) en bij de bouwsteen 'Inzicht ontwikkelen in en omgaan met relatie en verandering: zoals algebra, analyse en discrete structuren' gaat het over de merkwaardige producten (van product naar veelterm) en enkele eenvoudige getalbewijzen (vb. het kwadraat van een even getal is even). Uiteraard is het nuttig om hieromtrent een leerlijn op te zetten en deze eindterm op verschillende ogenblikken te realiseren als die bewijzen aansluiten bij andere eindtermen.

Zeer beperkt wordt hier ook een stukje elementaire verzamelingenleer naar voren geschoven (Eindterm 6.18). Leerlingen bepalen of een element tot een bepaalde

verzameling behoort, ze kunnen deelverzamelingen van verzamelingen beschouwen en de doorsnede, de unie en het verschil van twee verzamelingen bepalen. Ook het hanteren van de juiste symbolen horende bij deze operaties is van belang. Het gaat hier eerder over het uitvoeren van deze operaties op (louter twee) eenvoudige verzamelingen (vb. de even getallen kleiner dan 10), dan over het uitvoeren van de operaties op de tot dan toe gekende getalverzamelingen bestaande uit de natuurlijke, gehele en rationale getallen. Betekenis geven aan bv.  $\mathbb{Z} \setminus \mathbb{N}$  is geen vereiste.

### *Eerste graad B-stroom*

Voor de eerste graad B-stroom worden geen eindtermen opgenomen, omdat abstrahering geen doel op zich is.

### **Modelleren en problemen oplossen door analyseren, (de)mathematiseren of aanwenden van heuristieken**

Voor een toegepast probleem is het noodzakelijk dat het probleem eerst geanalyseerd wordt waarna het kan gemathematiseerd en/of geformaliseerd worden om het vervolgens (procedureel) te gaan oplossen. Mathematiseren is het proces waarbij een toegepast probleem wordt omgezet naar een wiskundig probleem. Formaliseren is het proces waarbij wiskundige uitspraken worden omgezet naar een reeks symbolen, waarbij een bepaald abstractieniveau vereist is. Tot slot wordt er ook gereflecteerd op de oplossing en het oplosproces tijdens en na het oplossen van het probleem. Omdat het mathematiseren en demathematiseren zeer eigen is aan wiskunde, werd ervoor gekozen om deze expliciet op te nemen in deze bouwsteen, naast de bouwsteen over problemen oplossen uit STEM-transversaal.

### *Eerste graad A stroom*

Tijdens de eerste graad proeven de leerlingen van allerlei wiskunde en staan de meetkunde en getallenleer centraal. Daarin verwerven de leerlingen allerlei kennis en vaardigheden. Wiskunde bestaat enerzijds uit die vaardigheden, maar wiskundige denkprocessen bestaan vooral uit het creatief combineren van deze vaardigheden in nieuwe, onbekende situaties. In deze eindterm (Eindterm 6.19) rond probleemoplossende vaardigheden stellen we die wiskundige denkprocessen centraal. Op deze manier is het mogelijk om een schat van problemen op te lossen. Het oplossen van een probleem kan ruim aanzien worden. Het kan gaan over een zuiver wiskundig probleem of over een toegepast maatschappelijk probleem dat dient opgelost te worden met wiskunde. Het is de bedoeling de leerlingen problemen voor te schotelen waarin de oplossingsstrategie niet op voorhand gekend is.

Met louter wiskundige problemen beoogt men allerhande problemen, ook uit realistische contexten, die opgelost kunnen worden door een beroep te doen op wiskunde. Het is de bedoeling dat de wiskundige concepten en vaardigheden die nodig zijn om het probleem op te lossen zich beperken tot de leerstof die de leerlingen reeds gezien hebben.

### *Eerste graad B stroom*

Met louter wiskundige problemen beoogt men allerhande problemen, ook uit realistische contexten, die opgelost kunnen worden door een beroep te doen op wiskunde. Het is de bedoeling dat de wiskundige concepten en vaardigheden die nodig zijn om het probleem op te lossen zich beperken tot de leerstof die de leerlingen reeds gezien hebben (eindterm 6.9).

### BOUWSTENEN (NATUUR)WETENSCHAPPEN

De fysische wereld, levend en niet-levend, is complex en te immens om in zijn geheel begrepen te worden. Daarom worden 'systemen' bestudeerd. Een systeem is een samenhangend geheel van objecten en componenten en kan bestaan uit bijvoorbeeld organismen, fundamentele deeltjes, machines,... Het bestuderen van de bouw, structuur en eigenschappen van deze componenten op verschillende schaalniveaus alsook de onderlinge interacties tussen de componenten van systemen en de gevolgen hiervan laten toe om de fysische wereld te begrijpen en te verklaren.

#### **Inzicht ontwikkelen in de bouw, structuur en eigenschappen van materie in de levende en niet-levende systemen**

De eigenschappen, functie en toepassingen van levende en niet-levende systemen zijn afhankelijk van de structuur en de bouwstenen van de materie waaruit het systeem is opgebouwd. Deze bouwstenen zijn atomen en vanuit dit schaalniveau kunnen de eigenschappen en structuur van materie goed begrepen worden. Doch materie kan op verschillende schaalniveaus worden bestudeerd (subatomaire deeltjes, atomen en ionen, moleculen, mengsels, voorwerpen...) al dan niet gebruik makend van modellen (deeltjesmodel, atoommodel, orbitaalmodel, standaardmodel van de elementaire fysica, ...).

Elk atoomsoort heeft een typische subatomaire structuur die de fysische en chemische eigenschappen van het atoom bepalen: de fase waarin een stof voorkomt op een bepaalde temperatuur, de mogelijke interacties tussen en in atomen ... Met dit inzicht is het mogelijk toepassingen van stoffen (bijvoorbeeld in technische systemen), het ontstaan van nieuwe stoffen met andere eigenschappen en toepassingen, het functioneren van levende en niet-levende systemen op moleculair niveau,... te verklaren. Bedoeling is dat de leerlingen gaandeweg de relatie tussen enerzijds de structuur en anderzijds de eigenschappen, functie en toepassing van een systeem begrijpen.

### *Eerste graad A- stroom*

In het basisonderwijs werden 'verandering van aggregatietoestand' en 'eigenschappen van materialen' illustratief aangebracht. In (natuur)wetenschappen voor de eerste graad A-stroom wordt materie voor het eerst voorgesteld met behulp van het deeltjesmodel. Het deeltjesmodel is een model van materie als zijnde opgebouwd uit deeltjes. Tussen de deeltjes zijn ruimten aanwezig en de beweeglijkheid van de deeltjes hangt af van de temperatuur. Ook al zijn individuele deeltjes niet macroscopisch waarneembaar, toch kan de aanwezigheid van materie aangetoond worden door bijvoorbeeld weging (bepaling van massa bij voldoende aantal deeltjes) of het effect van

materie op andere deeltjes en materie (bijvoorbeeld zand dat door de wind wordt meegevoerd). In eindterm 6.20 worden temperatuursveranderingen gekoppeld aan fysische processen zoals uitzetten en krimpen en faseovergangen. Door gebruik te maken van het deeltjesmodel kunnen deze processen begrepen worden waarbij de focus ligt op de processen tijdens de temperatuursverandering. Eindterm 6.22 heeft als doelstelling dat leerlingen het deeltjesmodel gebruiken om een verandering van aggregatietoestand te onderscheiden van een waarneembare chemische omzetting. Stoffen worden voorgesteld met het deeltjesmodel als zijnde opgebouwd uit bouwstenen, atomen die op hun beurt kunnen groeperen tot moleculen. De focus van de deze eindterm is tweeledig: chemische omzettingen worden opgevat als het ontstaan van andere stoffen met andere eigenschappen en bij een verandering van aggregatietoestand (faseovergang) blijft de stof hetzelfde. Het is niet de bedoeling dat leerlingen in de eerste graad chemische formules of chemische reacties schrijven.

Het onderzoeken van de eigenschappen van materialen en stoffen in functie van een technisch proces komt aan bod in eindterm 6.35. In (natuur)wetenschappen is het enkel de bedoeling dat leerlingen zuivere stoffen van mengsels onderscheiden op basis van het deeltjesmodel en in realistische contexten (eindterm 6.21). Voor de benadering vanuit het deeltjesmodel zijn de begrippen atomen en moleculen van belang.

### *Eerste graad B-stroom*

In eindterm 6.10 is het de bedoeling dat leerlingen een temperatuurstijging en daling kunnen koppelen aan uitzetten, krimpen en de faseovergangen van een stof. Eindterm 6.12 beoogt het duiden van het onderscheid tussen een chemische omzetting en een verandering van aggregatietoestand. Chemische omzettingen worden uitgelegd aan de hand van voorbeelden waarbij enkel gewezen wordt op het feit dat stoffen kunnen omgevormd worden tot andere stoffen met andere eigenschappen en toepassingen, dit in tegenstelling tot een verandering van aggregatietoestand waarbij de stof hetzelfde blijft. Het is niet de bedoeling dat leerlingen gebruik maken van het deeltjesmodel, chemische formules of chemische reacties schrijven.

Het onderzoeken van de eigenschappen van materialen en stoffen in functie van een technisch proces komt aan bod in eindterm 6.20. In (natuur)wetenschappen is het enkel de bedoeling dat de leerlingen zuivere stoffen en mengsels kunnen onderscheiden in realistische contexten (eindterm 6.11).

### **Inzicht ontwikkelen in de verschijningsvormen van energie, de wisselwerking tussen materie onderling en met energie alsook de gevolgen ervan**

Het concept energie, meer bepaald de transportvormen van energie zijn essentieel om interacties tussen objecten te verklaren. Energie is de potentie tot het veroorzaken van verandering. Het is een kwantitatieve eigenschap van een systeem, op macroscopische schaal aanwezig in straling, licht, geluid, beweging, warmte, magnetische en elektrisch velden. Er bestaan twee soorten van energie: kinetische en potentiële energie: kinetische energie wordt bepaald door de beweging van het object of deeltje, potentiële energie is

energie die opgeslagen is in het object of deeltje omwille van een bepaalde positie tussen objecten onderling of deeltjes onderling. In een systeem kunnen beide energievormen in elkaar worden omgezet waarbij de hoeveelheid van energie in het systeem enkel verandert indien energie uit het systeem verdwijnt of aan het systeem wordt toegevoegd. De verschillende vormen van energie in het dagelijks leven zijn een mix van potentiële en kinetische energie en straling.

Wanneer twee objecten of deeltjes/stoffen interageren, zijn er krachten aanwezig. Door een interactie kunnen stoffen/deeltjes een chemische verandering (chemische reactie) ondergaan waardoor nieuwe stoffen met nieuwe eigenschappen ontstaan. De krachten tijdens een interactie worden bepaald door de eigenschappen van de materie, van het object of deeltje. Deze krachten zorgen voor een verandering van bewegingstoestand maar ook voor een transfer van energie. Interactie kan dus begrepen worden vanuit krachten of vanuit 'transfer van energie'. Inzicht ontwikkelen in de eigenschappen van golven en de elektromagnetische eigenschappen van materie geeft meer inzicht in de manier waarop informatie wordt opgeslagen en getransfereerd.

Het doel is dat de leerling inzicht krijgt in de chemische en fysische processen die aanwezig zijn in levende en niet-levende systemen. Om deze processen, op welke schaal ook, te begrijpen, is inzicht in interacties, in termen van krachtwerking tussen objecten, energie(transfer) en de gevolgen ervan, essentieel. Systemen en hun bijhorende processen kunnen dus het best begrepen worden met behulp van een set van fysische en chemische principes zoals kracht en beweging, energie(transfer), behoud van energie en materie, interactie tussen materie met behoud van atomen en behoud van energie, golven...

### *Eerste graad A-stroom*

Energie is een concept dat in de eerste graad niet in zijn geheel kan worden aangeleerd. Daarom wordt vanaf het basisonderwijs gestart met concepten zoals energiebronnen en het nut van energie. Het is de bedoeling dat leerlingen gaandeweg meer en meer vertrouwd geraken met 'energie'. In de eerste graad Astroom wordt het inzicht meegegeven dat energie in verschillende vormen kan voorkomen, dat een omzetting van de ene naar de ander vorm kan gebeuren en dat energie en energieomzettingen alom aanwezig zijn in ons dagelijks leven (eindterm 6.23). Het is de bedoeling dat leerlingen energieomzettingen in levende en niet-levende systemen kunnen analyseren en de verschillende energievormen hieraan kunnen koppelen. De energievormen en energieomzettingen in technische systemen, in het menselijk lichaam alsook in planten zijn hierbij realistische contexten die aan bod komen in de eerste graad (zie ook eindterm 6.29 en 6.32) maar ook andere levende en niet-levende systemen komen aan bod.

Het begrip kracht is nieuw voor de leerlingen van de eerste graad. Deze eindterm beoogt het inzicht dat het uitoefenen van krachten een effect veroorzaakt, namelijk verandering van bewegingstoestand en vervorming en dat dit effect niet afhankelijk is van de krachtsoort maar wel van de bouw en structuur van het systeem waarop de krachten worden uitgeoefend (eindterm 6.24). Het begrip 'vector' uit de wiskunde kan hier worden ingezet om de richting, zin en grootte van krachten visueel voor te stellen. Berekeningen van de grootte van een kracht komen niet in de eerste graad aan bod. Een verandering van

bewegingstoestand impliceert kennis van en inzicht in het begrip snelheid. Eindterm 6.25 heeft als doel de onderlinge relatie tussen snelheid, afstand en tijd te onderzoeken, In eindterm

6.26 en 6.27 maken de leerlingen kennis met verschillende energietransportmogelijkheden en verschillende soorten straling. De bedoeling is dat leerlingen deze transportmogelijkheden alsook de effecten van de verschillende soorten straling op basis van voorbeelden uit authentieke contexten, kunnen uitleggen.

### *Eerste graad B-stroom*

In de eerste graad B-stroom wordt het inzicht meegegeven dat energie in verschillende vormen kan voorkomen, dat een omzetting van de ene naar de ander vorm kan gebeuren en dat energie en energieomzettingen alom aanwezig zijn in ons dagelijks leven. Het is de bedoeling dat leerlingen in eenvoudige toepassingen en systemen verschillende energievormen kunnen koppelen aan energieomzettingen (eindterm 6.13).

In eindterm 6.14 is het de bedoeling dat leerlingen voorbeelden van de uitwerking van verschillende soorten krachten kunnen geven.

### **Inzicht ontwikkelen in de basiseigenschappen van levende systemen**

De vier basiseigenschappen van levende systemen, nl. specifieke organisatievormen, homeostase, voortplanting en (biologische) evolutie met onderliggend fysische en chemische processen en mechanismen alsook het genetisch programmeren, komen aan bod in deze bouwsteen. Op het niveau van organismen worden processen en structuren die bijdragen tot het in stand houden van het organismen en de soort bestudeerd (spijsvertering, ademhaling, zenuwstelsel, afweermechanisme, voortplanting, erfelijkheid ...). In een breder perspectief komen de interacties tussen organismen onderling en met de omgeving aan bod waarbij zowel materie-, energie- als genetische informatietransfer, de veranderingen van organismen doorheen de tijd, het gedrag van organismen,... wordt behandeld. Het bestuderen van evolutionaire processen geeft inzicht in de onderlinge verwantschap tussen organismen waardoor de studie van het ene organisme relevant kan zijn voor het andere organisme.

### *Eerste graad A-stroom*

Leerlingen kennen reeds de functie en ligging van de organen bij de mens.

Eindterm 6.28 heeft als doel inzicht op te bouwen in de hiërarchische structuur van een organisme met de cel als basiseenheid. Ze kunnen beschrijven dat een cel op zichzelf kan bestaan omdat de delen van de cel specifieke functies hebben die dit mogelijk maken, dat meerdere cellen met een zelfde functie zich groeperen tot een weefsel, weefsels organen vormen. De belangrijkste delen van de cel alsook hun functie moeten hiervoor gekend zijn. Om een organisme als functionerend systeem te begrijpen (Eindterm 6.29), wordt het verband gelegd tussen enerzijds de structuren (organen en stelsels) van het organisme en anderzijds de stofomzettingen, stofuitwisselingen en energie-uitwisselingen die hierbij plaatsvinden. Wat betreft de stofomzettingen is het de bedoeling dat leerlingen inzien dat voedingsstoffen worden omgevormd tot andere stoffen en dat deze stoffen elders in het



lichaam worden gebruikt, uitgescheiden of uitgewisseld en dat deze stofomzettingen gepaard gaan met energieomzettingen. Het is geenszins de bedoeling dat hier chemische reacties worden besproken.

Een beperkt aantal voorbeelden van dieren kunnen hier aan bod komen om een vergelijking te maken met het functioneren van de mens. Ook hier is het niet de bedoeling om de anatomie van organen en stelsels als doel op zich te gaan behandelen. Omwille van het belang van fotosynthese op systeemniveau werd een aparte eindterm over het functioneren van de plant opgenomen (Eindterm 6.32). Net zoals bij het functioneren van de mens is het niet de bedoeling om de fotosynthese als chemische reactie te bespreken maar wel als materie- en energieomzetting.

Het principe van de voortplanting bij de mens komt aan bod in eindterm 6.30. Leerlingen beschrijven de voortplanting bij de mens met behulp van enkele belangrijke conceptuele begrippen en voortplantingsorganen. De voortplantingswijze van andere organismen wordt vergeleken met deze van de mens. Exemplarisch worden hierbij een aantal voorbeelden besproken (Eindterm 6.31).

Eindterm 6.33 wil lerenden vanuit het kader van de evolutieleer ,het inzicht meegeven dat organismen zich voortplanten en daarbij verschillen vertonen in eigenschappen. Exemplaren met eigenschappen die beter aangepast zijn, zowel aan de omgeving als seksuele meer aantrekkelijk zijn, hebben meer kans om nakomelingen te krijgen. Tijdens een biotoopstudie kunnen gegevens verzameld worden over organismen, biotische en abiotische factoren. Aan de hand van aanvullende bronnen kan onderzocht worden welke wisselwerking tussen omgeving en organismen, tussen organismen onderling aanwezig is en welke invloed dit heeft op de biodiversiteit en het ecologisch evenwicht (Eindterm 6.34). De voedselrelaties in de biotoop worden zowel visueel (voedselweb, voedselpiramide, voedselketen) als met de juiste begrippen (producent, consument, reducent, ...) weergegeven. Ook het onderscheid tussen biotische en abiotische factoren komt hier aan bod.

#### *Eerste graad B-stroom*

Leerlingen kennen reeds de functie en ligging van de organen bij de mens.

Voortbouwende op deze kennis kunnen leerlingen van de eerste graad B-stroom de functie van deze stelsels alsook hun onderlinge samenhang beschrijven (Eindterm 6.15).

Het principe van de voortplanting bij de mens komt aan bod in eindterm 6.16. Leerlingen beschrijven de voortplanting bij de mens met behulp van enkele belangrijke conceptuele begrippen en voortplantingsorganen. De voortplantingswijze van andere organismen wordt vergeleken met deze van de mens. Exemplarisch worden hierbij een aantal voorbeelden besproken (Eindterm 6.17).

Eindterm 6.18 wil lerenden vanuit het kader van de evolutieleer het inzicht meegeven dat organismen zich voortplanten en daarbij verschillen vertonen in eigenschappen. Exemplaren met eigenschappen die beter aangepast zijn, zowel aan de omgeving als seksuele aantrekking, hebben meer kans om nakomelingen te krijgen. Tijdens een biotoopstudie kunnen gegevens verzameld worden over organismen, biotische en abiotische factoren. Aan de hand van aanvullende bronnen kan onderzocht worden welke wisselwerking tussen

omgeving en organismen, tussen organismen onderling aanwezig is en welke invloed dit heeft op de biodiversiteit en het ecologisch evenwicht (Eindterm 6.19). De voedselrelaties in de biotoop worden zowel visueel (voedselweb, voedselpiramide, voedselketen) weergegeven. Ook voorbeelden van biotische en abiotische factoren komen hier aan bod.

## BOUWSTENEN TECHNOLOGISCHE COMPETENTIE

Technologische competentie als basisvorming van het secundair onderwijs is gericht op technologische geletterdheid. Het is de bedoeling om leerlingen zo breed mogelijk kennis te laten maken met technologie om ze adequaat voor te bereiden op de uitdagingen en de ontwikkelingen van deze 21ste eeuw. Werken rond technologische competentie biedt bovendien het onderwijs werkelijkheidswaarde en heeft heel wat raakpunten met de overige sleutelcompetenties. Het toepassen van kennis en methoden om in menselijke behoeften te voorzien impliceert inzicht in de door menselijke activiteit veroorzaakte veranderingen en verantwoordelijkheid als individueel burger.

### **Inzicht ontwikkelen in de essentie van technische systemen, het technisch proces en hun relatie tot andere domeinen (wetenschappen, wiskunde, ...)**

Om een technisch systeem verantwoord te gebruiken, te onderhouden, te optimaliseren of te realiseren is inzicht in technische systemen en het technisch proces noodzakelijk. Door het onderzoeken van bestaande technische systemen in functie van het technisch proces wordt een diepgaand inzicht verworven in systemen en hun deelsystemen. Dit onderzoek omvat ook de relatie tussen het gebruik en de ontwikkeling van technische systemen en de maatschappelijke en historische factoren en wetenschappelijke ontwikkelingen. Het kritisch beoordelen van technologische informatie veronderstelt voldoende vertrouwdheid met technologische begrippen.

#### *Eerste graad A- stroom*

Bij het doorlopen van het technisch proces worden steeds keuzes gemaakt met betrekking tot materialen, grondstoffen, ... . Ieder materiaal of grondstof heeft unieke eigenschappen. Deze eigenschappen zoals bijvoorbeeld sterkte en hardheid, maar ook gewicht, kleur, geur, smaak, vochtbestendigheid en brandbaarheid bepalen het gebruik ervan in technische systemen. Om deze keuzes onderbouwd te kunnen maken, is inzicht in deze kenmerken en eigenschappen onontbeerlijk. Door veel gebruikte grondstoffen en materialen te onderzoeken, verwerven de leerlingen in de eerste graad inzicht in de verschillende soorten materialen en hun mechanische, elektrische magnetische en technologische eigenschappen (Eindterm 6.35). Het onderzoek richt zich op de waarneembare kenmerken. Het is niet de bedoeling om de eigenschappen systematisch wetenschappelijk te verklaren. Voorbeelden van mechanische waarneembare eigenschappen zijn sterkte, broosheid, taaiheid, hardheid, gewicht en elasticiteit. Elektrische en magnetische eigenschappen zijn met eenvoudige testmethodes (lampje, magneet) waarneembaar te maken. Ook technologische eigenschappen, zoals het al dan niet makkelijk kunnen bewerken van een materiaal, kunnen onderzocht worden.

Het onderzoeken van principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang leidt tot een breed inzicht (Eindterm 6.36). Essentieel hierbij is dat het onderzoeken meestal in functie staat van een technisch proces en niet leidt tot systematiserende studies van technische systemen. Het uitvoeren van onderzoek draagt dus bij tot kennisopbouw om bij het doorlopen van een technische processen gepaste keuzes te kunnen maken. Het onderzoeken houdt ook het opzoeken en hanteren van technische informatie in, evenals het visualiseren van de bouw en werking door te schetsen of door het hanteren van schaalmodellen, functiedriehoek of input– process–output (*IPO*) model. Door bij werkende en falende systemen te onderzoeken of verbeteringen mogelijk zijn, zien leerlingen in dat een bestaand technisch systeem het resultaat is van optimalisering, innovatie of nieuwe uitvindingen.

De keuze voor de term ‘ervaringsgebieden’ constructie, transport, energie, ICT en biotechniek, legt hier de nadruk op ‘het ervaren’. Het is de bedoeling dat representatieve deelsystemen en onderdelen uit al deze ervaringsgebieden aan bod komen. Om de basisgedachten achter technologische geletterdheid recht te doen, moet de exploratie en de verkenning voldoende verscheiden en intensief zijn. De wereld van technologie moet voor de leerlingen concreet gestalte krijgen in het ervaren van verschillen en gelijkenissen tussen technische systemen. Daarbij is het ook hier niet de bedoeling om de verschillende ervaringsgebieden te behandelen als technische vakdisciplines die apart moeten bestudeerd worden. Meerdere ervaringsgebieden kunnen in combinatie aangeboden worden. Aansluitend bij de interesse van de doelgroep kunnen bijvoorbeeld deelsystemen of onderdelen uit het ervaringsgebied constructie onderzocht worden op een rolstoel, bij de bouw van een serre, ...

### *Eerste graad B- stroom*

Bij het doorlopen van het technisch proces worden steeds keuzes gemaakt met betrekking tot materialen en grondstoffen. Ieder materiaal of grondstof heeft specifieke eigenschappen. eigenschappen zoals bijvoorbeeld sterkte en hardheid, maar ook gewicht, kleur, geur, smaak, vochtbestendigheid en brandbaarheid bepalen het gebruik ervan in technische systemen. Om deze keuzes onderbouwd te kunnen maken, wat belangrijk is bij o.a. het ontwerpen van een technisch systeem, is inzicht in deze kenmerken en eigenschappen onontbeerlijk. Door eenvoudige methodes toe te passen om waarneembare eigenschappen van veel gebruikte materialen en grondstoffen te onderscheiden, verwerven de leerlingen van de eerste graad B-stroom inzicht in de verschillende soorten materialen en hun mechanische, elektrische, magnetische en technologische eigenschappen (Eindterm 6.20). Met aangereikte methodes testen de leerlingen materialen en grondstoffen op de waarneembare kenmerken. Het is geen doel op zich om de eigenschappen wetenschappelijk te verklaren, al kunnen er wel opportuniteiten zijn om linken te leggen naar eindtermen wetenschappen waar dit verklarende wel beoogd wordt. Voorbeelden van mechanisch waarneembare eigenschappen zijn sterkte, broosheid, taaierheid, hardheid, gewicht en elasticiteit. Elektrische en magnetische eigenschappen zijn met eenvoudige testmethodes (lampje, magneet) waarneembaar te maken. Ook technologische eigenschappen, zoals het al dan niet makkelijk bewerken van een materiaal, kunnen onderzocht worden.

Het onderzoeken van principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang leidt tot breed inzicht (Eindterm 6.21). Essentieel hierbij is dat deze systeemonderzoeken geen doel op zich gaan vormen en dat er voldoende relaties gelegd worden met technische processen die de jongeren kunnen uitvoeren. . Het onderzoeken van de bouw en de werking van de elementen en samenhang van een enkelvoudige stroomkring kan een aanleiding zijn om een bestaande stroomkring te kunnen aanpassen aan een vereiste of eenvoudige problemen, zoals het niet branden van een lampje, op te lossen. Dit onderzoeken houdt hanteren van technische informatie in. Ook het visualiseren van de bouw en werking van technische systemen door schetsen, modellen en functiedriehoek komt hier aan bod. Door werkende en falende systemen te onderzoeken zien leerlingen in dat een bestaand technisch systeem het resultaat is van optimalisering, innovatie of nieuwe uitvindingen.

De keuze voor de term 'ervaringsgebieden' constructie, transport, energie, ICT en biotechniek, legt hier de nadruk op 'het ervaren'. Het is de bedoeling dat deelsystemen en onderdelen uit al deze ervaringsgebieden in verschillende mogelijke contexten aan bod komen. Om de basisgedachten achter technologische geletterdheid recht te doen, moet de exploratie en de verkenning voldoende verscheiden en intensief zijn. De wereld van technologie moet voor de leerlingen concreet gestalte krijgen in het ervaren van verschillen en gelijkenissen in meerdere contexten zoals bij bouw, hout, mode, kunststoffen, metaal, land- en tuinbouw, voeding, verzorging. Meerdere ervaringsgebieden kunnen in combinatie aangeboden worden. Aansluitend bij de interesse van de doelgroep kunnen bijvoorbeeld deelsystemen of onderdelen uit een ervaringsgebied in meerdere contexten onderzocht worden. (Bijvoorbeeld in de context verzorging kan binnen het ervaringsgebied constructie de bouw en werking van een rolstoel onderzocht worden, in de context bouw kunnen dit de onderdelen van een brug zijn en in de context mode kan dit de constructie van een regenjas zijn.)

### **Technische systemen vaardig en doelbewust ontwerpen, realiseren en gebruiken rekening houdend met fundamentele maatschappelijke, wetenschappelijke en technologische concepten**

Het dagelijks leven, het denken en het handelen worden steeds verregaander bepaald door een stroom aan technologische ontwikkelingen. Optimaal functioneren in een snel veranderende kennismaatschappij veronderstelt naast de motorische vaardigheden om technologische instrumenten en machines te hanteren ook de ontwikkeling van het technisch denken en handelen.

Tijdens het realiseren van een technisch systeem, door middel van het doorlopen van een iteratief technisch proces, is het noodzakelijk keuzes te maken rekening houdend met maatschappelijke, wetenschappelijke en technologische aspecten. Keuzes steunen op ontwikkelingen binnen domeinen zoals natuurwetenschappen, wiskunde, engineering, geschiedenis, cultuur, design, psychologie, ethiek, duurzaamheid... maar ook binnen de technologie zelf. Om creatief oplossingen te bedenken moet vaardig en onderzoekend met technologie kunnen omgegaan worden. Het veronderstelt ook probleemoplossend, kritisch denken en creativiteit.

### *Eerste graad A- stroom*

De leerlingen gebruiken dagdagelijks technologie. Om een technisch systeem op een duurzame, veilige en ergonomische manier te gebruiken, leren de leerlingen eerste graad A-stroom een handleiding, gebruiksinstructies en andere technische informatie, zoals symbolen en pictogrammen, hanteren (Eindterm 6.37). Ook het onderhouden van een systeem maakt deel uit van het gebruik, evenals onderhoudsinstructies onderdeel zijn van de gebruiksaanwijzing. Leerlingen begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen en het falen uit te stellen. Leerlingen gebruiken hulpmiddelen bij het onderhoud, waaronder gereedschap en onderhoudsproducten, en passen methodes voor onderhoud, waaronder monteren en demonteren, toe. De rol van een verantwoordelijk gebruiker houdt aandacht voor de vereisten van veiligheid, ergonomie en milieu in.

De leerlingen eerste graad A-stroom leren een technisch proces uitvoeren om ze vertrouwd te maken met de verschillende fasen en het verloop van het realiseren van een technisch systeem (Eindterm 6.38). Het is belangrijk dat ze het technisch proces niet als een strikte opeenvolging van fasen beschouwen maar als een heuristisch (oplossingsstrategie) met een iteratief karakter met deelprocessen. Op basis van de evaluatie van een technisch systeem kunnen verschillende fasen van het technisch proces hernomen worden. Zo kan bijvoorbeeld het ontwerp herzien worden, het maken aangepast of de gebruikte testmethode herbekeken worden. Het is de bedoeling om het technische proces in elk van de 5 ervaringsgebieden te doorlopen en inzicht te verwerven in elk van de fases van het technisch proces (probleemstelling/behoefte onderzoeken, ontwerpen, maken, in gebruik nemen, evalueren) en in de factoren die daarbij een rol spelen. Dit omvat onder andere ook de kennis van de soorten, het gebruik en de werking van materiële of menselijke middelen (gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen en tijd) die nodig zijn om technische systemen te realiseren. De keuze, het hanteren en het doelgericht inzetten van materiële of menselijke middelen is tijdens het doorlopen van elke fase van het technisch proces van belang.

Probleemoplossend denken is onlosmakelijk verbonden met het ontwerpen, optimaliseren en maken van technische systemen. In eindterm 6.38 staan het iteratief doorlopen van een technisch proces en de verschillende fasen van het probleemoplossend denken als oplossingsstrategie centraal. In de eindtermen 6.39, 6.40, 6.41 en 6.42 wordt dieper ingegaan (het zogenaamde 'cycluszooming') op enkele specifieke fases kenmerkend voor een technisch proces (behoefteanalyse, ontwerpen, maken en evalueren).

Het invullen van een menselijke behoefte(n) of het oplossen van een probleem zijn de uitgangspunten van een technisch proces. De leerlingen van de eerste graad Astroom analyseren de behoefte en de criteria om de vereisten waaraan een technisch systeem moet voldoen te bepalen (Eindterm 6.39). Schetsen, tekeningen, modellen... helpen de ideeën voor te stellen. Criteria zijn omschrijvingen waaraan een technisch systeem moet voldoen of waarop het beoordeeld wordt. Ze geven beperkingen aan en leggen mogelijkheden bloot van technische systemen o.b.v. gekende (technische/wetenschappelijke) wetmatigheden en maatschappelijke realiteit. De leerlingen passen inzichten uit verschillende disciplines

(technologie, natuurwetenschappen, wiskunde, economie, psychologie, sociologie, taal, kunst ...) gelinkt aan de maatschappelijke realiteit toe om afwegingen te maken en beslissingen te nemen. Er kan hierbij aandacht zijn voor criteria zoals efficiëntie, veiligheid, hygiëne en ergonomie. Keuzes afzetten tegen vigerende visies op maatschappij en ethiek maakt deel uit van het maken van maatschappelijk verantwoorde beslissingen.

In een volgende fase ontwerpen de leerlingen van de eerste graad A-stroom een technisch systeem dat klaar is om gemaakt te worden uitgaande van een gedefinieerd probleem en rekening houdend met vooropgestelde vereisten (Eindterm 6.40). Dit impliceert het doorlopen van keuzebepalende onderzoeken (bijvoorbeeld van materialen en verbindingen), het toetsen aan de eisen en de criteria, het maken van keuzes, het modelleren van het ontwerp, het evalueren en het formuleren van verbeteringen. Na overwegingen over vormgeving, materiaalkeuze en bewerkingen ontstaat een ontwerp en wordt eventueel een prototype gemaakt. De leerlingen bepalen in de ontwerpfase de realisatietechniek en de hulpmiddelen die hierbij nodig zijn. Ontwerpen is een creatief proces. Tijdens het ontwerpen gaan de leerlingen op zoek naar oplossingen voor belangrijke onderdelen. Dit veronderstelt dat ze een technisch probleem kunnen abstraheren en met behulp van een gepast model zoals een schets, een werktekening, een recept of een schaalmodel voorstellen.

In de fase 'maken' van een technisch proces realiseren de leerlingen een technisch systeem door het planmatig uitvoeren van een gegeven of eigen ontwerp, met oog voor vereisten van kwaliteit, veiligheid, ergonomie en milieu (Eindterm 6.41). Ze gebruiken hierbij de gepaste hulpmiddelen en passen de realisatie- en optimalisatietechnieken toe zoals bepaald in het ontwerp. De leerlingen gebruiken hierbij eenvoudige planningstechnieken zoals de opmaak en uitvoering van een beknopt stappenplan en het opstellen van een tijdsplan.

Tijdens de fase 'evalueren' testen de leerlingen met een aangereikte of zelf opgestelde test of een technisch systeem voldoet aan de vooropgestelde vereisten (Eindterm 6.42). Hiervoor gebruiken ze de gepaste hulpmiddelen en methoden voor het testen van technische systemen. Ze vergelijken de testresultaten met de vooropgestelde criteria en controleren of het technisch systeem aan de behoefte voldoet. Het testen van een technisch systeem maakt deel uit van de evaluatie. Door het testen van technische systemen onderzoeken de leerlingen hoe voor werkende of falende technische systemen verbeteringen mogelijk zijn.

### *Eerste graad B-stroom*

De leerlingen gebruiken dagdagelijks technologie. Het is belangrijk dat leerlingen in de eerste graad b-stroom de competenties verwerven om als vaardig en verantwoordelijk gebruiker te kunnen leven in een technologische wereld (Eindterm 6.22). De leerlingen raadplegen een handleiding, gebruiksinstructies en andere technische informatie, zoals symbolen en pictogrammen om een technisch systeem op een zorgzame (duurzame), veilige en ergonomische manier te gebruiken. Het onderhouden van een systeem maakt deel uit van het gebruik ervan en hierbij kunnen onderhoudsinstructies geraadpleegd worden. Het is van belang dat leerlingen begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen en het falen uit te stellen is. Leerlingen gebruiken hulpmiddelen bij het onderhoud, waaronder gereedschap en

onderhoudsmiddelen, en passen methodes voor onderhoud, waaronder monteren en demonteren, toe. De rol van een verantwoordelijk gebruiker houdt aandacht voor de vereisten van veiligheid, ergonomie en milieu in.

De leerlingen eerste graad B-stroom leren een iteratief technisch proces te doorlopen om ze vertrouwd te maken met de verschillende fasen en het verloop van het realiseren van een eenvoudig technisch systeem (Eindterm 6.23). Het is belangrijk dat ze het technisch proces niet als een strikte opeenvolging van fasen beschouwen maar als een heuristiek (oplossingsstrategie) met een iteratief karakter met deelprocessen. Op basis van de evaluatie van een technisch systeem kunnen verschillende fasen van een technisch proces hernomen worden. Zo kan bijvoorbeeld het ontwerp herzien worden of het maken aangepast worden. Het is de bedoeling om een technisch proces in elk van de 5 ervaringsgebieden te doorlopen en inzicht te verwerven in fasen van een technisch proces (ontwerpen, maken, in gebruik nemen, evalueren) en in de factoren die daarbij een rol spelen. Dit omvat ook de kennis van de soorten, het gebruik en de werking van materiële of menselijke middelen die nodig zijn om van technische systemen te realiseren. Schetsen, tekeningen, modellen... helpen de ideeën voor te stellen. In elke fase van een technisch proces is het van belang om rekening te houden met de vereisten van veiligheid, ergonomie en milieu.

Probleemoplossend denken is onlosmakelijk verbonden met het ontwerpen, optimaliseren en maken van technische systemen. In eindterm 6.23 staan het iteratief doorlopen van een technisch proces en verschillende fasen van probleemoplossend denken als oplossingsstrategie centraal. In de eindterm 6.24, 6.25 en 6.26 wordt dieper ingegaan op enkele specifieke fasen kenmerkend voor een technisch proces (ontwerpen, maken en evalueren).

Van leerlingen van de eerste graad B-stroom wordt verwacht dat ze een ontwerp kunnen aanvullen tot een technisch systeem dat klaar is om gemaakt te worden in functie van aangereikte vereisten en een vooraf bepaalde behoefte of een probleem (Eindterm 6.24). Na overwegingen over vormgeving, materiaalkeuze en bewerkingen worden er keuzes gemaakt en wordt het ontwerp vervolledigd en wordt eventueel een prototype gemaakt. De leerlingen bepalen in de ontwerpfase de hulpmiddelen en de realisatietechniek die hierbij nodig zijn. Het vervolledigen van een ontwerp is een creatief proces waarbij de leerlingen op zoek gaan naar oplossingen. Met behulp van een gepast model zoals een schets, een werktekening, een recept of een schaalmodel kunnen ze het ontwerp voorstellen.

In de fase 'maken' van een technisch proces realiseren de leerlingen een technisch systeem op basis van een ontwerp en aangereikt stappenplan (Eindterm 6.25). Ze gebruiken hierbij de gepaste hulpmiddelen en passen de realisatietechnieken toe zoals bepaald in het stappenplan. Bij het maken is aandacht voor de vereisten van kwaliteit, veiligheid, ergonomie en milieu essentieel.

Tijdens de fase 'evalueren' gebruiken de leerlingen een aangereikte methode om te testen of een technisch systeem voldoet aan de behoeften en aangereikte vereisten (Eindterm 6.26). Hiervoor hanteren ze de aangereikte hulpmiddelen en methoden voor het testen van

technische systemen. Ze vergelijken de testresultaten met de vooropgestelde criteria en gaan na of het technisch systeem aan de behoefte voldoet.

## OVERKOEPELENDE BOUWSTEEN

### **Natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige concepten en methoden inzetten om problemen op te lossen en om objecten, systemen en hun interacties te onderzoeken en te begrijpen**

Vele uitdagingen en behoeften in de maatschappij zoals het voorzien in voldoende energie, water en voedsel voor iedereen, het voorkomen en behandelen van ziekten, het oplossen van het klimaatprobleem, ... kunnen door een combinatie van specifieke kennis en vaardigheden van wiskunde, wetenschappen en technologie en typische STEM-vaardigheden zoals onderzoeken, het ontwerpen van een oplossing, het evalueren van gegevens en ontwerp oplossingen en het beargumenteren van keuzes worden aangepakt. Onderliggend aan deze vaardigheden zijn tal van subvaardigheden van belang: observeren, meten, experimenteren, modelleren, voorspellen, redeneren, berekenen, analyseren van data ... Het oplossen van geïntegreerde problemen<sup>2</sup> draagt bij aan het verankeren van de specifieke kennis en vaardigheden uit de verschillende disciplines en aan het ervaren van de relevantie van wiskunde, wetenschappen en techniek. Ook voor het verklaren van de fysische wereld en het oplossen van problemen in het dagelijks leven kunnen bovenvermelde (sub)vaardigheden ingezet worden.

#### *Eerste graad A-stroom*

Om een onderzoeksvraag te beantwoorden wordt wetenschappelijk onderzoek als empirische methode gebruikt. Het stellen van goede onderzoeksvragen, het formuleren van een hypothese, het opstellen van een plan, het uitvoeren van metingen, observaties, experimenten en terreinstudies, data analyseren en hieruit conclusies trekken, vormen een belangrijk onderdeel van wetenschappelijk onderzoek. Het is de bedoeling dat leerlingen vertrouwd geraken met de verschillende stappen van de wetenschappelijke methode door deze toe te passen bij het onderzoeken van een probleem (Eindterm 6.47). Er wordt beoogd dat leerlingen tijdens het uitvoeren van metingen, observaties, experimenten en terreinstudies met de nodige nauwkeurigheid gepaste meetmethoden en meetinstrumenten kunnen toepassen (Eindterm 6.43). Metingen en observaties in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten kunnen maar ondubbelzinnig worden weergegeven door de gepaste grootheden en eenheden te gebruiken (eindterm 6.44). Data uit eigen experimenten of uit andere experimenten worden vaak grafisch of in tabelvorm weergegeven. Om conclusies te kunnen trekken op basis van deze data, is het kunnen interpreteren en analyseren van deze data vereist (Eindterm 6.45). Op zoek gaan naar patronen en wiskundige verbanden tussen gemeten of onderzochte data en deze vervolgens vertalen naar een gekend wiskundig model leidt vaak tot het oplossen van problemen of verklaringen. Naast wiskundige modellen is het gebruik van andere modellen

---

<sup>2</sup> Geïntegreerde problemen zijn problemen die een integratie van wiskunde, wetenschappen en techniek vereisen om ze op te lossen.



zoals schema's, schetsen en schaalmodellen een manier om het huidige inzicht in een systeem of probleem te representeren (Eindterm 6.46).

Het oplossen van geïntegreerde problemen (Eindterm 6.48) vereist dat leerlingen de wiskundige, wetenschappelijke en technische concepten herkennen in de probleemstelling en dat discipline specifieke principes kunnen worden toegepast en geïntegreerd worden ingezet om een ontwerp oplossing te creëren. Het bijsturen en evalueren van de oplossing gebeurt aan de hand van vooropgestelde criteria. Tijdens het oplossen van een (ontwerp)probleem worden vaak keuzes gemaakt. Denk bijvoorbeeld aan materiaalkeuze; keuzes betreffende opgegeven criteria waaraan de ontwerp oplossing moet voldoen. Om kennis en inzicht op te bouwen is het belangrijk dat leerlingen leren argumenteren waarom bepaalde keuzes worden gemaakt. Vergelijkingen met andere oplossingen, alternatieve oplossingen kunnen hierbij gebruikt worden (Eindterm 6.50).

Wiskunde, wetenschappen en techniek zijn onderling sterk verweven met elkaar. Om deze wisselwerking te duiden kunnen tal van voorbeelden en toepassingen worden aangewend: grafieken en tabellen worden gebruikt om data en waarnemingen overzichtelijk voor te stellen, computersystemen laten toe om 'big data' te analyseren, eenvoudige statistische bewerkingen leiden tot voorspellingen, wetenschappelijke principes kunnen vastgesteld worden in de werking van een technisch systeem (bijvoorbeeld de werking van tandwielen), het zoeken naar oplossingen voor een groene schoolomgeving met meer diversiteit vereist een kleine biotoopstudie,... (Eindterm 6.49). Tijdens het zoeken naar een oplossing voor een geïntegreerd probleem wordt voor de leerlingen duidelijk welke competenties (kennis en vaardigheden) nodig zijn en kan op die manier de link gelegd worden met bestaande beroepen en studierichtingen waarbinnen deze competenties aan bod komen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat bepaalde beroepen en studierichtingen gekoppeld kunnen worden aan typische competenties die kunnen bijdragen tot het vinden van een oplossing voor een geïntegreerd probleem (Eindterm 6.51).

### *Eerste graad B-stroom*

Om een onderzoeksvraag te beantwoorden wordt wetenschappelijk onderzoek als empirische methode gebruikt. Het verwoorden van een hypothese op basis van een gegeven onderzoeksvraag, het uitvoeren van aangereikt plan, het uitvoeren van waarnemingen en metingen, data ordenen en besluiten toelichten zijn voor leerlingen van de eerste graad B-stroom belangrijke vaardigheden om vertrouwd te geraken met de verschillende stappen van de wetenschappelijke onderzoeksmethode (Eindterm 6.30). Er wordt beoogd dat leerlingen tijdens het uitvoeren van metingen, observaties, experimenten en terreinstudies met de nodige nauwkeurigheid meetmethoden en meetinstrumenten kunnen toepassen (Eindterm 6.27). Metingen en observaties in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten kunnen maar ondubbelzinnig worden weergegeven door de gepaste grootheden en eenheden te gebruiken. (Eindterm 9.28). Aangereikte modellen zoals schema's, schetsen en schaalmodellen worden vaak gebruikt om een systeem of probleem te visualiseren en te beschrijven (Eindterm 6.29).

Het oplossen van geïntegreerde problemen (Eindterm 6.31) vereist dat leerlingen de wiskundige, wetenschappelijke en technische concepten kunnen toepassen en integreren om een oplossing te creëren. Het evalueren van de oplossing gebeurt aan de hand van vooropgestelde criteria.

Wiskunde, wetenschappen en techniek zijn onderling sterk verweven met elkaar. Om deze wisselwerking te duiden kunnen tal van voorbeelden en toepassingen worden aangewend: grafieken en tabellen worden gebruikt om data en waarnemingen overzichtelijk voor te stellen, computersystemen laten toe om 'big data' te analyseren, eenvoudige statistische bewerkingen leiden tot voorspellingen, wetenschappelijke principes kunnen ook vastgesteld worden in de werking van een technisch systeem (bijvoorbeeld de werking van tandwielen), het zoeken naar oplossingen voor een groene schoolomgeving vereisen bijvoorbeeld een kleine biotoopstudie ... (Eindterm 6.32). Tijdens het zoeken naar een oplossing voor een geïntegreerd probleem wordt voor de leerlingen duidelijk welke competenties (kennis en vaardigheden) nodig zijn en kan op die manier de link gelegd worden met bestaande beroepen en studierichtingen waarbinnen deze competenties aan bod komen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat bepaalde beroepen en studierichtingen gekoppeld kunnen worden aan typische competenties die kunnen bijdragen tot het vinden van een oplossing voor een geïntegreerd probleem (Eindterm 6.33).