

Beheersingsniveaus Bloom:

- onthouden: de leerling herinnert de leerinhoud zoals deze aangebracht is; (herkennen, opsommen, beschrijven, identificeren, herinneren, benoemen, aanwijzen, vinden)
- begrijpen: de leerling licht de leerinhoud toe (een eigen voorbeeld geven, een logische conclusie afleiden, een oorzaak-gevolg-relatie gebruiken); (interpreteren, toelichten, illustreren, classificeren, samenvatten, afleiden, vergelijken, uitleggen)
- toepassen: de leerling hanteert hulpmiddelen, lost problemen op, voert oplossingsstrategieën/methoden/vaardigheden uit; (implementeren, uitvoeren, gebruiken, hanteren)
- analyseren: de leerling splitst een probleem op in deelproblemen, heeft inzicht in een probleem; (differentiëren, verschillen zien, onderscheiden, organiseren, ontleden, verbanden zien, integreren, structureren, attribueren, deconstrueren)
- evalueren: de leerling beoordeelt en argumenteert een probleem aan de hand van criteria en standaarden; (checken, coördineren, bekritisieren, experimenteren, beoordelen, testen, vaststellen, monitoren)
- creëren: de leerling bedenkt, ontwerpt, maakt. Creëren is erop gericht om nieuwe, originele producten/ideeën te maken/bedenken binnen de context van de eerste graad. (genereren, visualiseren, reorganiseren, plannen, ontwerpen, produceren, construeren)

1. Vragen stellen en problemen definiëren

Onderzoeksvragen (**onderzoekbaar**) en probleemstellingen (**oplosbaar**) stellen en verfijnen, die leiden tot

- een verklaring over hoe de natuurlijke en technologische wereld functioneren. (hoe ontstaat een regenboog? Waarom hebben windmolens meestal 3 wieken?)
- het bepalen van de **criteria** voor de oplossing van een gegeven probleem. (*In welk volume moet mijn oplossing passen? Welke stoffen heb ik ter beschikking?*)
- het identificeren van de **bepalingen** van een oplossing voor een bepaalde **behoefte**. (*Hoe lang zal mijn oplossing het volhouden? Voor welke situaties is deze oplossing ontoereikend?*)

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 1.1	Leerlingen formuleren onderzoeksvragen op basis van waarnemingen, om verbanden tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen te achterhalen via haalbare leerlingexperimenten.	6.38, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschillende fasen van een iteratief technisch proces: probleemstelling/behoefte onderzoeken - Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stappen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag opstellen, hypothese formuleren - Onderzoekstechnieken: metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p>	<p>Aansluiten bij onderzoeken uit de basisvorming. Laat leerlingen een vraag stellen op ikhebeenvraag.be om de onderzoekbaarheid te controleren.</p> <p>Criteria voor een onderzoeksvraag: onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt en in vraagvorm.</p> <p>Criteria voor een hypothese: toetsbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt.</p> <p>Leerlingen kunnen als... dan... hanteren om tot een onderzoeksvraag te komen. Heb aandacht voor misconcepten.</p> <p>Demo-proeven kunnen gebruikt worden om hypothesen op te stellen.</p> <p>In (technische) systemen kunnen processen of structuren onderzocht worden.</p> <p>Bekijk problemen en behoeften vanuit verschillende perspectieven (voor jezelf, een ander, een doelgroep, een sociale geleding, een bedrijf ...).</p> <p>Een vraag of behoefte vanuit verschillende perspectieven onderzoeken/benaderen kan leiden tot een herformulering van de vraag of behoefte.</p> <p>Inspelen op een bestaande behoefte of een nieuwe behoefte opwekken bv. vanuit wetenschappelijke ideeën.</p> <p>Creëer randvoorwaarden om creatief denken te stimuleren bv. open probleemstelling.</p> <p>Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor voorbeelden van mogelijke probleemstellingen.</p>
<p><u>Beheersingsniveau:</u> Analyseren</p>	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Technisch proces en wetenschappelijke methode.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 1.2	Leerlingen beschrijven een ontwerp van een technisch systeem met aandacht voor wetenschappelijke wetmatigheden die het aantal oplossingen beperken.	6.38, 6.39, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Criteria: beperkingen en mogelijkheden van technische systemen op basis van gekende (technische/wetenschappelijke) wetmatigheden en maatschappelijke realiteit <u>Procedurele kennis:</u> - Behoeftanalyse <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Begrijpen	Voorbeelden van eisen: functionaliteit, kwaliteit, veiligheid, kostprijs, ergonomie, vormgeving ... Voorbeelden van beperkingen: max. kostprijs, regelgeving, natuurwetten ... Aandacht voor de mens: gedrags-beïnvloedende systemen (zoals gordelalarm), veiligheidssystemen, gepersonaliseerde systemen, invloed op gezondheid, ... Aandacht voor het milieu: vervuiling productieproces, cradle tot cradle benadering, ecologische voetafdruk, voorzorgsprincipe ... Aandacht voor de samenleving: welvaart, tewerkstelling in productie, gevolgen van automatisering en digitalisering, invloed van systemen op sociaal gedrag, nimby-reacties ... Aandacht voor duurzame ontwikkeling.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	Technisch proces, technisch systeem en wetenschappelijke methode.

2. Modellen ontwikkelen en gebruiken

Modellen worden gebruikt om **ideeën, oplossingen voor te stellen**. Het kan hierbij gaan om **diagrammen, tekeningen, replica's, wiskundige voorstellingen, analogieën, prototypes en (computer)simulaties**. **Observaties en metingen** zijn de aanleiding om **modellen bij te stellen**.-Modellen helpen bij

- het **formuleren** van **vragen** en **voorspellingen** (diagram leidt tot voorspelling: het gewicht van een vis is niet rechtevenredig met zijn lengte)
- het **analyseren** van **gebreken/beperkingen** in technische systemen of wetenschappelijke verklaringen (het deeltjesmodel is ontoereikend voor de verklaring van elektrische stroom en moet dus bijgesteld worden)
- het **oplossen** van een probleem (een schaalmodel van een fietshelm in een windtunnel)
- het **communiceren** over ideeën. (een tekening van het skelet van een dier gebruiken om te argumenteren waarom je het als roofdier classificeert)

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 2.1	Leerlingen gebruiken een model om fenomenen te voorspellen.	6.46

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p>Feitenkennis:</p> <p>Conceptuele kennis: - Soorten modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding</p> <p>Procedurele kennis: - Modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding</p> <p>Metacognitieve kennis:</p> <p>Beheersingsniveau: Toepassen</p>	<p>Een fenomeen is een observeerbaar (natuur)verschijnsel bv. bliksem, roest, vuur, gooien met een dobbelsteen, snelheid van een trein, ...</p> <p>Een model is een voorstelling van de werkelijkheid met mogelijkheden en beperkingen. Aandacht besteden aan het duiden van gelijkenissen en verschillen tussen werkelijkheid en model.</p> <p>Leerlingen zelf een model laten kiezen uit een aantal aangereikte modellen. Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor voorbeelden van mogelijke probleemstellingen/fenomenen.</p>
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	Modellen in STEM-contexten.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 2.2	Leerlingen ontwikkelen een model om een technisch ontwerp te beschrijven, met behulp van ICT.	4.1, 6.38, 6.40, 6.46

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p>Feitenkennis:</p> <p>Conceptuele kennis: - Digitale toepassingen om inhouden te creëren zoals rekenblad, rekenapp, grafische toepassingen - Doel van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd</p>	<p>Oplossingen modelleren, berekenen of simuleren met ICT (tekenen, grafisch voorstellen, ...)</p> <p>Zet verschillende modellen in om ontwerpconcepten of ontwerpresultaten te communiceren en te presenteren zoals 2 en 3D-tekeningen, maquettes, een moodboard, diagrammen, schema's, ...</p> <p>Tussentijdse resultaten laten bewaren, uitwisselen en bijsturen.</p>

<p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Soorten modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding - Digitale media en toepassingen om digitaal inhouden te creëren - Gebruik van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd - Modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen, werktekeningen en recepten - Schaal als verhouding <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Creëren</p>	<p>Het leerproces of -resultaat laten documenteren of presenteren met ICT in 2D of 3D zoals bv. SketchUp, eenvoudige schematische voorstelling van serie- en parallelschakeling, tekenen van krachten, ...</p>
UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:	
Digitale competenties, technisch proces, ontwerpen en modellen in STEM-contexten.	

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 2.3	Leerlingen gebruiken modellen om meetgegevens te genereren bij het testen van natuurlijke of technische systemen.	6.38, 6.46

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Soorten modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelvoorstellingen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen, werktekeningen en recepten - Schaal als verhouding <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen</p>	<p>Gebruik rekenbladen of reken-apps om meetgegevens te registreren. Tussentijdse resultaten laten bewaren, uitwisselen en bijsturen. Het leerproces of -resultaat laten documenteren of presenteren met ICT.</p>
UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:	
Technisch proces en modellen in STEM-contexten.	

3. 3. Onderzoek plannen en uitvoeren

Onderzoek plannen en uitvoeren gebeurt **in zo veel mogelijk verschillende omgevingen (ook 'on the field')**, zowel **in team** als **individueel**. Onderzoek kan ook ingezet worden om technische systemen te testen op verschillende criteria. Het onderzoek is **systematisch** en vereist

- het **identificeren** van de **betrokken parameters**. (de wrijvingskracht bij een ski hangt af van ...)
- aandacht voor **effectiviteit, efficiëntie, veiligheid en duurzaamheid**. (kan het nauwkeuriger, goedkoper, eenvoudiger, met minder gevaar of impact?)

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 3.1	Leerlingen bepalen in het onderzoeksplan het aantal benodigde metingen en de voorziene meetnauwkeurigheid en stemmen het onderzoek hierop af.	6.43, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p>Feitenkennis:</p> <p>Conceptuele kennis: - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom</p> <p>Procedurele kennis: - Hulpmiddelen zoals meetlat, weegschaal, loep, lichtmicroscop, thermometer, determineertabel, proefbuis - Meetinstrumenten, meetmethoden voor de bepaling van lengte, massa, inhoud/volume, tijd, temperatuur en elektrische grootheden - Stappen in de wetenschappelijke methode: methode/plan uitvoeren, waarnemingen/data analyseren - Onderzoekstechnieken: metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies</p> <p>Metacognitieve kennis:</p> <p>Beheersingsniveau: Analyseren</p>	<p>Leerlingen bewust leren omgaan met de nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.</p> <p>Leerlingen meetresultaten kritisch leren interpreteren.</p> <p>Maak afspraken over symboolgebruik over de vakken (wiskunde, wetenschappen, techniek) heen.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Metingen en meetinstrumenten en de wetenschappelijke methode.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 3.2	Leerlingen selecteren de nodige meetinstrumenten om een onderzoek kwalitatief uit te voeren.	6.43, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p>Feitenkennis:</p> <p>Conceptuele kennis:</p> <p>Procedurele kennis: - Hulpmiddelen zoals meetlat, weegschaal, loep, lichtmicroscop, thermometer, determineertabel, proefbuis</p>	<p>De leerlingen meten en observeren zelfstandig.</p> <p>Een meetopstelling laten realiseren en hierbij ook rekening houden met de gewenste nauwkeurigheid.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Meetinstrumenten, meetmethoden voor de bepaling van lengte, massa, inhoud/volume, tijd, temperatuur en elektrische grootheden - Stappen in de wetenschappelijke methode: methode/plan uitvoeren, waarnemingen/data analyseren - Onderzoekstechnieken: metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Analyseren</p>	<div style="border: 1px solid black; height: 150px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; background-color: #e0e0e0; padding: 2px; text-align: center;">UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Meetinstrumenten en de wetenschappelijke methode.</div>
--	--

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 3.3	Leerlingen voeren individueel een onderzoek uit, waarvan de resultaten aanleiding geven tot een antwoord op de onderzoeksvraag.	6.47, 6.48

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom - Probleemoplossende strategieën > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten > Toepassing van wiskundige, wetenschappelijke of technische principes om deelproblemen op te lossen > Integratie van deeloplossingen > Evaluatie en bijsturing totaaloplossing <p><u>Procedurale kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stappen in de wetenschappelijke methode: methode/plan uitvoeren, waarnemingen/data analyseren, concluderen - Onderzoekstechnieken: metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies - Probleemoplossende strategieën > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten > Toepassing van wiskundige, wetenschappelijke of technische principes om deelproblemen op te lossen > Integratie van deeloplossingen > Evaluatie en bijsturing totaaloplossing <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p>	<p>Voorbeelden van natuurlijke systemen: ecosysteem, groei van een plant, invloed omgeving op een dier, werking van gisten of bacteriën ...</p> <p>Voorbeelden van ruimtelijke systemen: structuur van een bodem, waterhuishouding in een gekozen systeem ...</p> <p>Voorbeelden van technische systemen: constructies (gebouwen, serre, loods, labo ...), machines(3D-printer, snijmachine ...), hulpmiddelen(meettoestel, gereedschap ...), infrastructuur (waterzuiveringsstation, sluis, kanaal ...), installaties(verwarming, verlichting, scheiding, elektriciteit), transportsystemen (elektrische auto, metro, hogesnelheidstrein ...), bereidingen (medicijn, voedingsmiddel ...), gebruiksvoorwerpen (fiets, schaar, nietjesmachine ...), informatiesystemen (computer, smartphone, gps, ...)</p> <p>Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor meer voorbeelden van mogelijke probleemstellingen/onderzoeken.</p>

<u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	Wetenschappelijke methode en probleemoplossend proces met integratie van kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 3.4	Leerlingen beoordelen de nauwkeurigheid van meetmethodes.	6.43, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:		SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:	
<u>Feitenkennis:</u>		Leerlingen bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.	
<u>Conceptuele kennis:</u>		Leerlingen meetresultaten kritisch leren interpreteren.	
<u>Procedurele kennis:</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Stappen in de wetenschappelijke methode waarnemingen/data analyseren, concluderen - Onderzoekstechnieken: metingen, waarnemingen, experimenten en terreinstudies - Probleemoplossende strategieën > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten > Evaluatie en bijsturing totaaloplossing 	Maak afspraken over symboolgebruik over de vakken heen.	
<u>Metacognitieve kennis:</u>			
<u>Beheersingsniveau:</u> Evalueren		UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:	
		Meetmethodes en de wetenschappelijke methode.	

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 3.5	Leerlingen beantwoorden de onderzoeksvraag op basis van de onderzoeksresultaten.	6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:		SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:	
<u>Feitenkennis:</u>		Formuleren van een conclusie aan de hand van onderzoeksresultaten.	
<u>Conceptuele kennis:</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom 		
<u>Procedurele kennis:</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Stappen in de wetenschappelijke methode: concluderen 		
<u>Metacognitieve kennis:</u>			
<u>Beheersingsniveau:</u> Analyseren		UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:	
		Wetenschappelijke methode.	

4. Data voorspellen, analyseren en interpreteren

Onderzoek levert **gegevens** op die moeten worden **geanalyseerd** om **betekenis** te krijgen. Omdat **patronen in data** niet altijd voor de hand liggen, worden tabellen, grafische interpretaties, visualisaties en statistische analyses gebruikt om deze patronen in de gegevens bloot te leggen. Moderne technologie maakt het verzamelen van grote gegevenssets veel eenvoudiger en biedt mogelijkheden voor **analyse**. De **analyse** van gegevens verzameld in de **test van een ontwerp**, maakt een **vergelijking** van verschillende oplossingen mogelijk en bepaalt hoe goed elk voldoet aan specifieke **ontwerpcriteria**.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 4.1	Leerlingen stellen data voor in tabellen en grafische voorstellingen, om patronen en verbanden duidelijk te maken.	6.45, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen <u>Procedurele kennis:</u> - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen - Stappen in de wetenschappelijke methode: concluderen <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen	Leerlingen gebruik laten maken van metingen, tabellen, grafieken, voorschriften ... Waarnemingen laten uitvoeren met ICT. Laat patronen in data zoeken met ICT. Aan de hand van een aangereikt schema of een opgeven structuur verslag laten uitbrengen over de experimenten, metingen of terreinstudies. Metingen worden omgezet in tabellen en/of grafieken door gebruik te maken van een eenvoudig rekenblad.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING: Conclusies trekken op basis van data en de wetenschappelijke methode.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 4.2	Leerlingen beschrijven het verband tussen grootheden op basis van grafische voorstellingen van data.	6.45, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen <u>Procedurele kennis:</u> - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen - Stappen in de wetenschappelijke methode: concluderen <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Analyseren	Voorbeelden: constante snelheid, dichtheid, wet van ohm, mengverhouding, overbrengingsverhouding, draaimoment in hefboomen. Leerlingen gebruik laten maken van metingen, tabellen, grafieken, voorschriften ... Laat leerlingen zelf de evenredigheidsfactor achterhalen. Leerlingen gebruik laten maken van de verbanden om problemen op te lossen.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING: Grafische voorstellingen van data en de wetenschappelijke methode.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 4.3	Leerlingen gebruiken concepten uit de statistiek om data te analyseren.	6.16, 6.45, 6.47, 6.48

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:		SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> - Mediaan, rekenkundig gemiddelde, modus - Variatiebreedte - Tabel met absolute frequenties - Staafdiagram, dotplot, cirkeldiagram, lijndiagram <u>Conceptuele kennis:</u> - Mediaan, rekenkundig gemiddelde, modus - Variatiebreedte - Tabel met absolute frequenties - Staafdiagram, dotplot, cirkeldiagram, lijndiagram - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen <u>Procedurele kennis:</u> - Mediaan, rekenkundig gemiddelde, modus - Variatiebreedte - Tabel met absolute frequenties - Staafdiagram, dotplot, cirkeldiagram, lijndiagram - Tabellen, determineertabellen, grafieken, diagrammen - Stappen in de wetenschappelijke methode waarnemingen/data analyseren, concluderen - Probleemoplossende strategieën > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Analyseren	Meetresultaten verwerken. Zoeken naar patronen in data. Oplossingen berekenen of simuleren (bv. tekenen, grafisch voorstellen).	
		UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
		Statistisch onderzoek, conclusies trekken, de wetenschappelijke methode en probleemoplossend proces met integratie van kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines.

5. Wiskundig redeneren en algoritmisch denken

Wiskundig redeneren en algoritmisch denken zijn essentieel om te **abstraheren**, **parameters** en hun **verbanden voor te stellen** en worden gebruikt voor

- het uit situaties **isoleren** van specifieke **overeenkomsten en verschillen** (*gelijke of verschillende omgevingsfactoren bij biotopen*)
- het opzetten van een **simulatie of een stappenplan** (*getijden voorspellen, een determinatieschema opstellen*)
- **vergelijkingen** op te lossen (*de waarde van een grootte bepalen door middel van andere, gekende grootheden*)
- het **herkennen, uitdrukken en toepassen** van **kwantitatieve verbanden** (*afgelegde weg schrijven op basis van de snelheid en de tijd*)
- het **voorspellen** van het gedrag van **systemen**. (*bergop rijden met de fiets zal makkelijker gaan met een groot tandwiel achteraan*)

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 5.1	Leerlingen passen het wiskundige concept verhouding toe bij het opstellen van een verklaring of ontwerpen van een oplossing.	6.44, 6.46, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p>Feitenkennis:</p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Soorten modelvoorstellungen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding</p> <p><u>Procedurele kennis:</u> - Modelvoorstellungen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Schaal als verhouding</p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen</p>	<p>Juiste grootheden met de passende eenheden herleiden naar de SI-eenheid. Voorbeelden van concrete contexten: massadichtheid, wet van ohm, druk, verband, zwaartekracht en massa, hefboomen ... Laat leerlingen metingen, tabellen, grafieken ... gebruiken.</p>
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	Herleiding van courante eenheden, modellen in STEM-contexten en de wetenschappelijke methode.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 5.2	Leerlingen stellen een stappenplan op om een technisch systeem te realiseren.	6.38, 6.47

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Doel van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd - Criteria: beperkingen en mogelijkheden van technische systemen op basis van gekende (technische/wetenschappelijke) wetmatigheden en maatschappelijke realiteit <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschillende fasen van een iteratief technisch proces: probleemstelling/behoefte onderzoeken, ontwerpen, maken, in gebruik nemen, evalueren - Gebruik van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd - Modellen zoals schema's, tekeningen en recepten - Vereisten van veiligheid, ergonomie en milieu - Stappen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag opstellen, hypothese formuleren, methode/plan uitvoeren, waarnemingen/data analyseren, concluderen <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen</p>	<p>Aandacht besteden aan een kritische analyse van het ontwerp (plan, tekening, recept, specificaties) in functie van de realisatie.</p> <p>Leerlingen hulpmiddelen laten voorzien of ontwikkelen voor de realisatie: mal, steunelementen, sjabloon ...</p> <p>Leerlingen een productie, teelt, kweek laten voorbereiden door het bepalen en plannen van methode (werkvolgorde ...), middelen, materialen ...</p> <p>Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor meer voorbeelden van mogelijke probleemstellingen.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Technisch proces en de wetenschappelijke methode.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 5.3	Leerlingen zetten afgeleide eenheden om.	6.44

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Symbolen van de grootheden en (SI-) eenheden voor lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, kracht, energie <u>Procedurele kennis:</u> - Gebruik van symbolen van de grootheden en (SI-) eenheden voor lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, kracht, energie - Herleiding van courante eenheden <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen	Juiste grootheden met de passende eenheden herleiden naar de SI-eenheid.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING: Herleiding van courante eenheden.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 5.4	Leerlingen stellen een algoritme op om een probleem op te lossen.	4.4, 6.46

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Concepten van computationeel denken: decompositie, patroonherkenning, abstractie, algoritmen - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom <u>Procedurele kennis:</u> - Principes van computationeel denken: decompositie, patroonherkenning, abstractie, algoritmen - Probleemoplossende strategieën > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten > Toepassing van wiskundige, wetenschappelijke of technische principes om deelproblemen op te lossen > Integratie van deeloplossingen > Evaluatie en bijsturing totaaloplossing <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen	Een algoritme is de beschrijving van een oplossing van een probleem of een reeks instructies die vanuit een gegeven begintoestand naar een beoogd doel leiden. Controleer of het probleem moet opgesplitst worden in deelproblemen. Maak voor elk deelprobleem een schema waarin alle stappen van begin tot einde zijn opgenomen. Een computerprogramma is de beschrijving van een algoritme in een programmeertaal. Gebruik maken van variabelen en controlestructuren waaronder sequentie, selectie en iteratie. Een algoritme opstellen aan de hand van een visuele of tekstuele voorstelling zoals een flowchart, Nassi-Shneidermandiagram, pseudo-code ... Een algoritme ontwikkelen om een experiment te automatiseren.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING: Computationeel denken en handelen en modellen in STEM-contexten.

6. Verklaringen opbouwen en oplossingen ontwerpen

Verklaringen en oplossingen zijn **eindproducten** van STEM. Het **opbouwen** van **theorieën** stelt ons in staat de natuurlijke wereld te verklaren en de technologische wereld te **optimaliseren**. Een theorie wordt aanvaard als ze door **meerdere experimenten** bevestigd wordt en meer kan verklaren dan voorgaande theorieën. Een **systematische oplossing** voor een probleem is gebaseerd op wetenschappelijke kennis en modellen. **Elke oplossing** komt voort uit een **overweging van criteria** (technische haalbaarheid, kosten, veiligheid, esthetiek en naleving van wettelijke vereisten). De uiteindelijke keuze hangt af van hoe goed de voorgestelde oplossingen voldoen aan specifieke criteria en beperkingen.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 6.1	Leerlingen bouwen een verklaring op door gebruik te maken van modellen en wetmatigheden.	6.46, 6.47, 6.48

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Soorten modelvoorstellungen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelvoorstellungen: eerstegraadsvergelijkingen, evenredigheden, algoritmes, schaalmodellen, schema's, schetsen - Probleemoplossende strategieën <ul style="list-style-type: none"> > Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten > Toepassing van wiskundige, wetenschappelijke of technische principes om deelproblemen op te lossen > Integratie van deeloplossingen > Evaluatie en bijsturing totaaloplossing <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen</p>	<p>Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor voorbeelden van mogelijke probleemstellingen.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Modellen in STEM-contexten, de wetenschappelijke methode en probleemoplossend proces met integratie van kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 6.2	Leerlingen sturen verklaringen bij, gebaseerd op verschillende betrouwbare informatiebronnen, inclusief eigen onderzoek.	6.47, 6.48

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom</p> <p><u>Procedurele kennis:</u> - Stappen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag opstellen, hypothese formuleren, methode/plan uitvoeren, waarnemingen/data analyseren, concluderen</p> <p>- Probleemoplossende strategieën</p> <p>> Identificatie van deelproblemen en bijhorende wiskundige, wetenschappelijke of technische concepten</p> <p>> Toepassing van wiskundige, wetenschappelijke of technische principes om deelproblemen op te lossen</p> <p>> Integratie van deeloplossingen</p> <p>> Evaluatie en bijsturing totaaloplossing</p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Evalueren</p>	<p>Kwaliteitscontrole, PDCA-cyclus.</p> <p>Laat leerlingen testen uitvoeren en aftoetsen aan de vooropgestelde verwachtingen.</p>
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	De wetenschappelijke methode en probleemoplossend proces met integratie van kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 6.3	Leerlingen passen het technisch proces toe om een probleem of behoefte op te lossen.	6.38

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Doel van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd - Criteria: beperkingen en mogelijkheden van technische systemen op basis van gekende (technische/wetenschappelijke) wetmatigheden en maatschappelijke realiteit <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschillende fasen van een iteratief technisch proces: probleemstelling/behoefte onderzoeken, ontwerpen, maken, in gebruik nemen, evalueren - Gebruik van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd - Modellen zoals schema's, tekeningen en recepten - Vereisten van veiligheid, ergonomie en milieu <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Toepassen</p>	<p>Een oplossing kan een technisch systeem, een nieuwe of aangepaste procedure, een werkwijze zijn.</p> <p>Besteed aandacht aan de wisselwerking tussen onderzoek en ontwerpen om tot een beter resultaat te komen.</p> <p>Leg de nadruk op het inzetten van creatieve denktechnieken om ideeën te genereren zoals een brainstorm, brainwriting, schetsen ...</p> <p>Biedt leerlingen ook open opdrachten aan en stimuleer het 'out of the box' denken bv. Artifex-projecten http://www.artifexlab.eu/en/outputs .</p> <p>Kijk achteraan bij de didactische suggesties voor meer voorbeelden van mogelijke probleemstellingen.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Technisch proces.</p>

7. Argumenteren op basis van data

Argumenteren op basis van data is het proces waarbij **op waarneming gebaseerde uitspraken** en **oplossingen** worden bereikt en is essentieel om de **beste verklaring** voor een **fenomeen** of de **beste oplossing** voor een **probleem** te bekomen. Deze vorm van argumenteren wordt gebruikt om

- ideeën en oplossingen te **vergelijken** en **evalueren** (*argumenten om te staven dat een onbevrucht struisvogelei slechts uit 1 cel bestaat*)
- een fenomeen te **onderzoeken** (*uitzetting van stoffen met behulp van meetwaarden van temperatuur en lengte*)
- - **vragen** over metingen **op te lossen** (*waarom wijkt deze meetwaarde af van de andere?*)
- **datamodellen** op te **bouwen** (*in tabel zetten van meetgegevens*)

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 7.1	Leerlingen bouwen een verklaring op, gebaseerd op eigen onderzoeksdata.	6.47, 6.50

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom</p> <p><u>Procedurele kennis:</u> - Stappen in de wetenschappelijke methode: waarnemingen/data analyseren, concluderen</p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Creëren</p>	<p>Analyse van eigen onderzoeksdata om te komen tot verklaringen.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Wetenschappelijke methode en keuzes beargumenteren.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 7.2	Leerlingen geven feedback op een procedure of verklaring, aan de hand van waarnemingen.	6.47, 6.50

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom</p> <p><u>Procedurele kennis:</u> - Stappen in de wetenschappelijke methode: waarnemingen/data analyseren, concluderen</p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Evalueren</p>	<p>Eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen onderzoeken in functie van een vraag of probleemstelling</p> <p>Onderzoeken van metalen, kunststoffen, een bodem, bouwmaterialen, vezels zoals in voeding, textiel, planten, composietmateriaal, ..., natuurlijke materialen zoals kurk, hout, klei ... , bedrukkingsmaterialen: papiersoorten, textiel, inkt en verven, textiel ... , water. Soorten bewerkingen of bereidingen in functie van materiaaleigenschappen zoals boren, plooiën, mengen, 3D-printen, solderen, druktechniek, teelttechniek, keuze van recipiënten, ...</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Wetenschappelijke methode en keuzes beargumenteren.</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 7.3	Leerlingen evalueren verschillende ontwerpen voor eenzelfde probleem op basis van zelf opgestelde criteria.	6.47, 6.50

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<u>Feitenkennis:</u> <u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom <u>Procedurele kennis:</u> - Stappen in de wetenschappelijke methode: waarnemingen/data analyseren, concluderen <u>Metacognitieve kennis:</u> <u>Beheersingsniveau:</u> Evalueren	Het testen staat in functie van vooropgestelde eisen. Voorbeelden van testmethoden: meting, visuele controle, checklist ... Laat leerlingen ook testmethoden ontwikkelen. Principes van kwaliteitszorg integreren: eigen realisaties en die van anderen objectief testen, constructief feedback geven, meetgegevens verzamelen en verwerken ... Meetgegevens statistisch verwerken.
	UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:
	Wetenschappelijke methode en keuzes beargumenteren.

8. Informatie verzamelen, evalueren en communiceren

In STEM moet duidelijk en overtuigend kunnen **gecommuniceerd** worden (zowel individueel als in groep) over de **ideeën en methoden** die opgebouwd worden. Informatie en ideeën communiceren kan **op verschillende manieren**: tabellen, diagrammen, grafieken, modellen en vergelijkingen gebruiken, maar ook mondeling, schriftelijk en door uitgebreide discussies. In STEM worden **meerdere bronnen** van informatie gebruikt om de waarde en de **geldigheid van beweringen, methoden en ontwerpen te evalueren**.

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 8.1	Leerlingen beoordelen de geldigheid, geloofwaardigheid en nauwkeurigheid van hypothesen, verklaringen en informatiebronnen.	ET 6.45, 6.49, 6.51

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom - Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzen en STEM-toepassingen</p> <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Evalueren</p>	<p>Leerlingen uitdagen om creatief en analytisch te denken bij het argumenteren tegenover medeleerlingen, leraar ...</p> <p>Criteria om informatie te controleren op wetenschappelijkheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> - systematische, methodische opbouw met inleiding, probleemstelling, methode, resultaten, discussie en conclusies; - beschrijving van de onderzoeksmethode; - onderzoeksgegevens; - wetenschappelijk en genuanceerd taalgebruik; <p>Populair wetenschappelijke publicaties hebben meestal een eenvoudiger taalgebruik, geven meer voorbeelden, bevatten minder kwantitatieve gegevens, beschrijven de onderzoeksmethode minder precies, situeren en beschrijven het onderzoekgebied breder; bevatten weinig of geen literatuurverwijzingen.</p> <p>Er zijn mogelijkheden om in te gaan op de verschillende STEM-beroepen en -opleidingen en hun competenties.</p>
	<p>UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Conclusies trekken, wisselwerking STEM-disciplines onderling en maatschappij, STEM-beroepen linken aan competenties</p>

CODE:	LEERPLANDOELSTELLING:	LINKEN MET BASISVORMING:
SW 8.2	Leerlingen communiceren wetenschappelijke en technische informatie in mondelinge of geschreven presentatievorm.	ET 6.47, 6.49 ET 2.6, ET 13.6, ET 13.7

SUGGESTIE VAN LEERINHOUDEN:	SUGGESTIE VAN DIDACTISCHE AANPAK:
<p><u>Feitenkennis:</u></p> <p><u>Conceptuele kennis:</u> - Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit de eindtermen van de eerste graad A-stroom - Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzen en STEM-toepassingen</p> <p><u>Procedurele kennis:</u></p> <p><u>Metacognitieve kennis:</u></p> <p><u>Beheersingsniveau:</u> Creëren</p>	<p>Communicatie over een onderzoek kan mondeling, schriftelijk, met een filmpje, digitaal, poster met als aandachtspunt de stappen van het wetenschappelijk onderzoek en het correct hanteren van de specifieke vakterminologie.</p> <p>Om misconcepten te vermijden is het belangrijk dat leerlingen wetenschappelijke begrippen en concepten goed begrijpen (zoals het onderscheid tussen massa en gewicht), correct formuleren, interpreteren en gebruiken. Dat vormt de basis van een leerlijn naar andere graden.</p> <p>Ondersteun de communicatievaardigheid van de leerlingen door op een gelijkaardige manier te werken als in het vak Nederlands. Maak hiervoor afspraken.</p>
	<p style="text-align: center;">UITLEG VAN DE LINKEN MET DE BASISVORMING:</p> <p>Link met het vak Nederlands en de leercompetenties.</p>

Didactische suggesties bij het leerplan van de basisoptie STEM-Wetenschappen A

In de basisoptie STEM-Wetenschappen is het aangewezen om zoveel mogelijk geïntegreerd te werken, waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines gebruikt worden om problemen op te lossen. De bijgevoegde suggesties zijn inspiratie om de leerplandoelen te realiseren in de klas.

1. WISKUNDE EN WETENSCHAPPEN

- verhoudingen toepassen bij het opstellen van een verklaring of het ontwerpen van een oplossing
- afgeleide eenheden omzetten
- rekenen met procenten
- schaal en constante snelheid als evenredigheidsfactor
- benaderingstechnieken toepassen in wiskunde en referentiematen gebruiken bij het schatten van grootheden
- numerieke data hanteren en voorstellen
- verschuiving over een vector in wiskunde en vectoriële grootheden zoals kracht in wetenschappen, grafisch voorstellen van krachten en wiskundig berekenen
- benaderingstechnieken toepassen in wiskunde en referentiematen gebruiken bij het schatten van grootheden
- een algoritme opstellen om een probleem op te lossen

2. WISKUNDE EN TECHNIEK

- verhoudingen toepassen bij het opstellen van een verklaring of het ontwerpen van een oplossing
- afgeleide eenheden omzetten
- rekenen met procenten
- coördinaten, ruimtelijk lokaliseren, maten op een technische tekeningen lezen of zelf aanbrenge
- ruimtelijke figuren, situaties en hun voorstellingen hanteren in 2D en 3D
- operaties met verzamelingen, classificatie van systemen, logica in een besturing
- een algoritme opstellen om een probleem op te lossen
- het verband tussen spanning en stroom verklaren en wiskundig duiden
- grafisch voorstellen van krachten en wiskundig berekenen

3. WETENSCHAPPELIJK WERK

De leerkracht kiest zelfstandige onderzoeksopdrachten of (deel)projecten, die elk meerdere lesuren in beslag nemen op basis van de volgende criteria:

- aansluitend bij de leerplandoelen/ET van de competenties inzake exacte wetenschappen (ET 6.20 t/m 6.34)
- de leerlingen passen stapsgewijs de wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken
- aangepast aan de leerlingengroep: grootte van de groep, beheersingsniveau van experimentele vaardigheden, veiligheid
- mogelijkheid voor inbreng van de leerlingen
- actualiteit

- door verschillende onderzoeken te koppelen in 1 project is een geïntegreerde benadering over de verschillende wetenschappen mogelijk

De onderstaande lijst is bijgevolg niet verplichtend en niet limitatief. Niet alle onderwerpen moeten worden behandeld. Andere onderwerpen kunnen worden behandeld mits ze afgestemd zijn op de leerplandoelen.

3.1 Wetenschappelijk werk aardrijkskunde

- plasticsoep
- bouw van ons zonnestelsel bv. schaalmodel
- ruimte en heelal
- Nasa for educators
- Esa for education
- magnetisme, platentektoniek bv. werking van een kompas

3.2 Wetenschappelijk werk biologie

3.2.1 Microscopie

- inleiding gebruik van de microscoop
- preparaten bestuderen en eventueel zelf maken, aansluitend bij verschillende onderwerpen

3.2.2 Bouw en stofwisseling van de plant

- bladstudie
- bloemstudie
- dichotomische tabel gebruiken
- dichotomische tabel opstellen
- aanpassingen van de plant: licht, lucht, water, temperatuur
- productie van zuurstof, zetmeel
- verdampingsproeven
- geslachtelijke voortplanting: bestuiving, verspreiding vruchten en zaden
- ongeslachtelijke voortplanting
- vergelijking met andere groepen organismen: zwammen, eencelligen
- zaadjes planten en tuinkers en de groei volgen in de vorm van een grafiek
- compost onderzoeken en pH en vochtigheidsgraad bepalen

3.2.3 Mens en dier

- studie van de voeding: droge massa, voedingsmiddelentabel, voedingsgewoonten, actieve voedingsdriehoek
- onderzoek: welke omstandigheden zijn gunstig voor het maken van yoghurt?
- aanpassingen van het gebit bij de zoogdieren
- skelet: aanpassingen, rugscholing, vergelijking van skeletten van verschillende organismen
- ademhaling: proeven
- onderzoek van bloed : Waarom is bloed rood? Welke bloedcel is de grootste? Wat doen witte bloedcellen? Wat is bloedarmoede? Hoe kun je bloedarmoede voorkomen?
- de functie van de verschillende stelsels vergelijken met de organisatie van een land: de politie, de satellietverbindingen, de energiecentrale, het telefoonnet, de postbedeling, ...
- de huid bij verschillende groepen dieren
- longinhoud bepalen met spirometer <https://biologielessen.nl/index.php/dna-21/493-longvolume>
- voortplanting: ontwikkeling amfibieën, vogels
- EHBO : aansluiten bij de basisvorming, gebruik van instructie-simulatiemateriaal EHBO

3.2.4 Biotoopstudie en ecologische begrippen

- observaties op het terrein
- opzoekwerk
- oefeningen voedselketens
- vormen van samenleving: parasieten, commensalen
- aanpassingen van het gedrag
- milieuproblematiek: schoolbeleid, gemeentebeleid
- wateronderzoek: chemisch wateronderzoek, biologisch wateronderzoek, hardheid van water, waterzuivering, kringloop van water, het belang van water voor plant, mens en dier. bv. Hidrodoe, waterkoffer van PIME
- informatie over biodiversiteit opzoeken. Met deze informatie een voorspelling doen over het uitsterven van dieren over 100 jaar
- onderzoek naar een ecosysteem in de wereld dat wordt bedreigd door de mens. Zoeken naar het evenwicht en de verstoring
- invloed van biotische en abiotische factoren op een organisme bv. invloed van organismen op elkaar, bv. nuttige insecten in de land- en tuinbouw, de invloed van temperatuur, vocht, zuurtegraad, zuurstofgas, externe stoffen ...
- De invloed van bodem, ondergrond, water en omgevingsfactoren zoals licht en temperatuur op groei en ontwikkeling onderzoeken op planten of dieren
- Het omzettingsproces tijdens het rijpen van vruchten onderzoeken

3.3 Wetenschappelijk werk chemie

- scheidingstechnieken
- destilleren, filtreren
- gebruik van koffiefilter
- homogene en heterogene mengsels
- fotosynthese reactie
- productie van CO₂ vanuit verschillende reagentia
- verbrandingsmotor
- bioplastic, polymeren maken
- 3d-printen
- snoepjes maken met bunzenbrander, kleurstof toevoegen
- fijnstof detecteren met eenvoudige hulpmiddelen
- Met testkits de aanwezigheid van stoffen aantonen
- De link leggen met maatschappelijk relevante vraagstukken: gezondheid, duurzaamheid, levensduur, klimaat ...
- Aandacht hebben voor functies en dosering van ingrediënten: smaakstoffen, vulstoffen, geurstoffen, bindmiddelen, bewaarstoffen, schuurmiddelen ...

3.4 Wetenschappelijk werk fysica

3.4.1 Eigenschappen van een stof

- massa: massa van een voorwerp kunnen bepalen met een balans (geen digitale)
- dichtheid van een vaste stof bepalen: dezelfde stoffen met verschillend volume, verschillende stoffen met hetzelfde volume
- dichtheid van een vloeistof bepalen
- zinken, drijven en zweven, bv.: ei in (zout)water; olie en water, ...
- volume van regelmatige voorwerpen bepalen
- volume van onregelmatige voorwerpen bepalen

- onderzoek bij verschillende gebruiksvoorwerpen waarom gekozen is voor bepaalde materialen
- etikettering van stoffen
- kunststoffen
- 3D-printen

3.4.2 Warmteleer

- temperatuur waarnemingen
- temperatuurveranderingen waarnemen voor verschillende volumes in dezelfde tijd
- overgangen van aggregatietoestanden: smelten, stollen
- uitzetten van vaste stoffen met toepassingen
- uitzetten van vloeistoffen met toepassingen
- uitzetten van gassen met toepassingen
- koken van verschillende stoffen
- koken onder verhoogde en verlaagde druk
- destilleren
- filtreren
- warmteoverdracht: door geleiding bij vaste stoffen, vloeistoffen, stroming, straling
- werking van een batterij
- isolerend vermogen van materialen

3.4.3 Mechanica

- actie en reactie, bv. touwtrekken, tuinsproeier, ...
- bepalen van het zwaartepunt bij regelmatige figuren (meetkundige figuren) en onregelmatige figuren
- evenwicht: label; stabiel, indifferent
- bridge builder
- mogelijkheid tot een geïntegreerd project met het vak Techniek van de basisvorming

3.4.4 Krachten

- meten van krachten
- bepalen van een veerconstante
- samenstellen van krachten met hetzelfde aangrijpingspunt
- druk op vaste stoffen, in vloeistoffen, in gassen
- catapult challenge : koekje om ter verst
- knikkerbaan
- mogelijkheid tot een geïntegreerd project met het vak Techniek van de basisvorming

3.4.5 Optica

- Optische en substractieve kleurmenging
- Werking van beeldschermen

3.4.6 Geïntegreerde onderzoeken

- Biochemie: enzymatische bruinvorming (appel opensnijden), gasvorming gist, biologisch materiaal fermenteren en hierbij ook aandacht besteden aan nuttige en schadelijke effecten van bacteriën, schimmels, gisten, aanwezigheid aantonen van eiwitten, vetten, sachariden (alleen zetmeel en glucose) in voedingsmiddelen
- Biofysica: hefboomwerking bij spieren zoals spiertraining met halters; hoe vliegen vogels? Drones?
- Nanotechnologie: het gebruik van nanodeeltjes in coatings zoals waterafstotende lagen, zonnecrème; werking van waterabsorberende stof in wegwerpluiers

- Biotechnologie en biotechnische processen: aanpassen van organismen, bv. druiven met en zonder pitten, kweken van superzalm, chip in de arm bij diabetespatiënten
- Het vallen van bladeren : vallen vanuit fysica, verkleuring vanuit chemie en het loskomen van het blad vanuit biologie

4. TECHNIEK EN ENERGIE

- Verband tussen spanning en stroom verklaren en wiskundig duiden
- Metingen of simulaties doen om het gedrag van de stroom, spanning, weerstand en vermogen te kunnen verklaren bv. www.tinkercad.com/circuits
- Elektrische stroomkring digitaal en manueel kunnen voorstellen o.a. betekenis van de verschillende symbolen, basis lichtsakelingen, leidingschema's, bedradingschema's
- Serie- en parallelschakeling van verbruikers en schakelaars
- Realisatie van elektrische stroomkringen met o.a. foutenanalyse, elektrische beveiliging, elektronische componenten zoals diode, led, weerstand
- Toepassingen van energieomzettingen bv. <http://www.wattsup.be/nl> en Watt's Up TV (lesmateriaal van Volta) en www.microbit.org/nl/code/
- Realisatie van een enkelvoudige sturing o.a. stuur- en vermogenskring, bedieningselementen (schakelaars, drukknoppen), sensoren (licht, beweging, temperatuur).
- Voorbeelden van regelingen: lamp met lichtgevoelige sensor, kleine serre met temperatuurregeling, oven, maquette van een leefruimte met een temperatuurregeling of lichtregeling, niveauregeling ...
- In een regeling vinden we steeds een feedbacksysteem
- Bij het ontwerpen kunnen leerlingen sensoren en actuatoren inzetten
- Aan-uit regelprincipe onderzoeken: parameters van het te regelen proces (dode tijd, tijdsconstante) en van de regelaar (boven- en ondergrens)
- Breed wetenschappelijk en maatschappelijk belang van regeling en stabiliteit duiden door ook voorbeelden te geven van regeling en stabiliteit in natuurlijke en ruimtelijke systemen (bv. temperatuurregeling menselijk lichaam ...)
- Wet van Pouillet : geleidbaarheid bepaald door het type, de lengte en de doorsnede van het materiaal
- alternatieve energiebronnen bv. windmolens Fishertechnik
- zelf elektriciteit opwekken met een [citroen](http://www.startyourfuture.be/nl/class/doe-het-zelf/wek-stroom-op-met-een-citroen/), aardappel <http://www.startyourfuture.be/nl/class/doe-het-zelf/wek-stroom-op-met-een-citroen/>

5. TECHNIEK EN BEWEGING

- Verschillende soorten overbrengingen aan de hand van proeven onderzoeken
- Bepalen van de draaizijn van de verschillende soorten overbrengingen
- Overbrengingen bepalen en berekenen bv. berekenen van het toerental, kettingoverbrenging van een fiets, riemoverbrenging bij een kolomboormachine, tandwieloverbrenging, bv. App :Gears logic puzzles
- Grafisch voorstellen van krachten en wiskundig berekenen
- Een mechanisme laten ontwerpen om een rotatie om te zetten naar een lineaire verplaatsing (of omgekeerd)
- Elektropneumatische kring illustreren en opbouwen o.a. cilinders, ventielen, bedieningsorganen
- Tekeningen en schema's laten maken van de onderzochte systemen
- Verschil tussen digitale en analoge signalen toelichten
- Een visualisatie maken van de harmonische beweging

6. TECHNIEK EN CONSTRUCTIE

- Een bestaande constructie tekenen met een CAD-pakket
- De werking van hefboomen in constructies onderzoeken
- De invloed van kracht, oppervlakte en vorm op een vervorming onderzoeken in constructie-elementen zoals een fundering, een draagbalk, een spijker ...
- De invloed van de dichtheid en vormgeving op zinken, zweven en drijven nagaan
- Opmeten van een constructie o.a. meetopstelling, meet- en controle-instrumenten, metingen, interpreteren van meetwaarden
- Eenvoudige verbindingstechnieken functioneel toepassen o.a. verspanend en niet-verspanend, snijprocessen en snijgereedschappen
- Onderzoeken van verbindingstechnieken, vormgevingstechnieken, montagetechnieken, steun- en andere structuren ...
- In eenvoudige figuren zoals een driehoek en een vierhoek de ligging van het zwaartepunt onderzoeken

7. INFORMATIE- EN COMMUNICATIETECHNOLOGIE

- Een communicatieprotocol onderzoeken om gegevens over te dragen
- Overbrengen van een afbeelding, morsecode
- het communicatieproces: te verzenden gegevens, codering, zender, medium, ontvanger, decodering, ontvangen gegevens ...
- het verbeteren van dit communicatieproces: communicatieprotocol, ruis, foutcontrole, datacompressie, gegevensopslag ...
- informatie overdragen via golven: E.M-golven (waaronder licht), geluid ... en de rol van het medium, de materie, de middenstof onderzoeken
- Een mens-machine interface onderzoeken: applet, bedieningsorgaan, website, programma met in- en uitvoer ...
- Vormgeving van de interface: plaatsing, vorm en kleuren van bedieningselementen, gebruikersvriendelijkheid (usability), lettertypes ...
- Manieren waarop mens en machine kunnen versmelten duiden (de mens als cyborg) via systemen zoals lens, sensoren in of op het lichaam (bv. hoorapparaat, pacemaker ...)

8. Extra tips en links

- museum: Museum voor Natuurwetenschappen [KBIN](#), Technopolis, ...
- natuurgebied
- dierentuin, Planckendael
- natuureducatief centrum : [PIME](#) Lier, [Eco-huis](#) Antwerpen, [Arboretum](#) – [De Vroente](#) Kalmthoutse heide
- De [Milieuboot](#)
- waterzuiveringstation
- EHBO : aanbod Rode Kruis voor [onderwijs](#)
- Het Archief (o.a. VRT) voor onderwijs <http://onderwijs.hetarchief.be>
- KlasCement voor STEM www.klascement.net/kiezenvoorstem/
- Proefjes biologie, chemie, fysica, techniek [Technopolis](#)
- Educatief aanbod RVO-society www.rvo-society.be
- Wiskunde, Wetenschappen, Techniek & Ondernemingszin Thomas More <https://wiweter.be/>
- Techniek Online Thomas More <http://www.techniek-online.be/>
- Educatieve projecten Techniek is Fun <http://techniekisfun.weebly.com>
- Creating electronics for Education <https://e2cre8.be> en STEMzone.be
- Artifex o.a. assessment tool voor leerkrachten en STEM-projecten <http://www.artifexlab.eu/>