

Bouwwetenschappen

2^{DE} GRAAD

DOORSTROOM
DOMEIN STEM



Domeinverantwoordelijke: veerle.vandepuut@ovsg.be

Coördinator secundair onderwijs: Ellenvandenblock@ovsg.be



OVSG vzw • Onderwijsvereniging van Steden en Gemeenten • Bischoffsheimlaan 1-8, 1000 Brussel

Bouwwetenschappen

1. Plaats in de matrix

2. Logische vervolgopleidingen

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

3.2. Eindtermen basisvorming

3.3. Cesuurdoelen

- Overzicht wetenschapsdomeinen
- Gevorderde wiskunde
- Fysica-gevorderde fysica: elektromagnetisme
- Fysica-gevorderde fysica: elektrodynamica
- Fysica-gevorderde fysica: elektronica
- Fysica-gevorderde fysica: mechanica
- Fysica-gevorderde fysica: constructieleer
- Fysica-gevorderde fysica: thermodynamica
- Fysica-gevorderde fysica: fluïdomechanica
- STEM-gevorderde STEM-engineering

4. Bronnen en verwijzingen

1. Plaats in de matrix

De matrix is het nieuwe model waarin het volledige studieaanbod van het secundair onderwijs wordt geordend. Deze matrix omvat 8 studiedomeinen en 3 finaliteiten. De finaliteiten geven aan waarop de leerling wordt voorbereid: doorstromen naar het hoger onderwijs (doorstroomfinaliteit), naar de arbeidsmarkt (arbeidsmarktfinaliteit) of naar beide (dubbele finaliteit).

Via deze interactieve link: <https://www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen> kan je de opleidingen bekijken per studiedomein, per finaliteit en per graad. Je kan onder andere ook onderzoeken met welke nieuwe opleiding een 'oude' studierichting concordeert.

Domein: STEM			
Doorstroomfinaliteit		Dubbele finaliteit	Arbeidsmarktfinaliteit
Domeinoverschrijdend ASO	Domeingebonden TSO/KSO	TSO/KSO	(D) BSO
2^{de} graad		2^{de} graad	2^{de} graad
	Technologische wetenschappen	houttechnieken	Elektriciteit
	Bouwwetenschappen	Bouwtechnieken	Bouw
	Biotechnische wetenschappen	Elektromechanische technieken	Hout
	
3^{de} graad		3^{de} graad	3^{de} graad
	Bouw- en houtwetenschappen	bouwtechnieken	Afwerking bouw
		Elektromechanische technieken	Binnen- en buitenschrijnwerk Binnenschrijnwerk en interieur
		Houttechnieken	Ruwbouw
	

2. Logische vervolgopleidingen

Het secundair onderwijs bereidt jongeren ook voor op het functioneren op de arbeidsmarkt en/of het doorstromen naar het hoger onderwijs en vervolgopleidingen.

Bij het ontwikkelen van de specifieke eindtermen is er rekening gehouden met logische vervolgopleidingen in het hoger onderwijs. Deze afstemming wil ertoe bijdragen om het studiesucces van leerlingen te verhogen.

De website www.onderwijskiezer.be helpt de zoektocht naar een toekomstige studierichting te vergemakkelijken.

2 ^{DE} GRAAD: BOWUWETENSCHAPPEN		
3 ^{DE} GRAAD	HOGER ONDERWIJS	
	PROFESSIONELE BACHELOR	ACADEMISCHE BACHELOR
Bouw- en houtwetenschappen	Architectuur, Bouw, Ecotechnologie, Energiemanagement, Energietechnologie, Houttechnologie, Industrieel productontwerpen, Vastgoed Onderwijs	Architectuur Productontwikkeling Industriële wetenschappen en technologie(ing.)

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

<p>Eindtermen basisvorming:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eindtermen basisvorming doorstroomfinaliteit
<p>Cesuurdoelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunstwetenschappen - Chemie - Fysica - STEM

3.2. Eindtermen basisvorming

Naast het specifiek gedeelte en complementair gedeelte bevat elke opleiding van het secundair onderwijs een deel basisvorming. Voor alle finaliteiten zijn de eindtermen van de basisvorming in 16 sleutelcompetenties ondergebracht. Voor elke finaliteit is er een set van eindtermen.

De eindtermen voor de basisvorming van de doorstroomfinaliteit, de eindtermen voor de basisvorming van de dubbele finaliteit en de eindtermen voor de basisvorming van de arbeidsmarktfinaliteit vind je op:

www.onderwijsdoelen.be.

3.3. Cesuurdoelen

Voor de 2^{de} graad van het secundair onderwijs gelden cesuurdoelen. Deze doelen zijn afgeleid van de specifieke eindtermen (SPET) voor de 3^{de} graad. Een selectie van specifieke eindtermen werd geselecteerd om cesuurdoelen van af te leiden. Deze cesuurdoelen moeten de leerlingen **op het einde van de 2^{de} graad behalen**.

▪ Overzicht wetenschapsdomeinen

Het specifieke gedeelte van de opleidingen van het secundair onderwijs zijn opgebouwd uit doelstellingen die uit **verschillende wetenschapsdomeinen** komen. Alle mogelijke wetenschapsdomeinen van het secundair onderwijs staan in de tabel hieronder in de eerste kolom.

Elk wetenschapsdomein omvat verschillende **onderdelen**. Deze onderdelen worden soms bouwblokjes genoemd. Ze vormen als het ware de onderdelen van de opleiding. Zo bestaat het wetenschapsdomein 'wiskunde' bijvoorbeeld uit de onderdelen 'uitgebreide wiskunde ifv economie', 'gevorderde wiskunde', 'uitgebreide statistiek', 'uitgebreide wiskunde ifv wetenschappen' en 'toegepaste wiskunde'. Het onderdeel 'toegepaste wiskunde' is vervolgens verschillend gedefinieerd naargelang de toepassing in die opleiding.

Per opleiding is vervolgens **een selectie gemaakt van onderdelen** die voor de opleiding in kwestie van toepassing is. Dat wil ook zeggen dat overheen verschillende opleidingen het mogelijk is dat dezelfde onderdelen worden gebruikt. Zo zie je het onderdeel 'Samenleving en politiek: Communicatiewetenschappen' van het wetenschapsdomein Sociale wetenschappen zowel in de opleiding Informatie- en communicatiewetenschappen (domein STEM) als in Taal- en communicatiewetenschappen (domein Taal & cultuur) terugkomen.

In de tabel hieronder staan de onderdelen van de wetenschapsdomeinen voor de verschillende richtingen van de 3^{de} graad. De onderdelen die in het **zwart** staan geschreven, zijn de **onderdelen die in de 2^{de} graad al (deels) aan bod komen**. De onderdelen die in het **grijs** staan geschreven, zijn de onderdelen die pas in **de 3^{de} graad** aan bod komen. Deze manier van voorstellen geeft inzicht in het geheel van onderdelen -en de bijhorende doelstellingen- van de volledige opleiding.

Wetenschaps-domein	Bouw- en houtwetenschappen
<i>algemeen</i>	<i>Generieke doorstroomcompetenties</i>
Kunstwetenschappen	Toegepaste kunstbeschouwing
<i>Wiskunde</i>	<i>Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen</i>
<i>Informatica-wetenschappen</i>	<i>algoritmen en programmeren modelleren en simuleren</i>
Chemie	Materiaalkunde miv elementen uit de uitgebreide chemie
Fysica	Gevorderde fysica: Elektromagnetisme Mechanica Constructieleer Thermodynamica Bouwkunde
STEM	Gevorderde STEM-engineering <i>labo</i>

▪ Kunst en cultuur-toegepaste kunstbeschouwing

Uitgangspunt van dit onderdeel:

In de basisvorming zijn een aantal kenniselementen en vaardigheden in verband met kunstbeschouwing verworven. In de specifieke eindtermen verdiepen we die beschouwing en de analyse van materiële en immateriële kunstuitingen. Het doel is om leerlingen dieper inzicht te laten verwerven in kunst en hun kritische en creatieve denkvermogen verder te stimuleren. De leerlingen beperken zich tot de artistieke expressievorm eigen aan de studierichting. Dat gebeurt op twee manieren:

1. de leerlingen verbreden hun kennis van de kunstgeschiedenis en de bredere cultureel-historische context waarin kunst tot stand komt, via de uitbouw van een referentiekader. Ze leren methoden aan zoals visuele, auditieve en materiële analyse;
2. ze onderbouwen hun analyse over kunst, kunstuitingen en het concept schoonheid met theorieën en bestaande opvattingen en reflecteren hier kritisch over.

Zo ontwikkelen de leerlingen een eigen, weloverwogen visie met betrekking tot kunst.

*4.8.1	Doelzin
	De leerlingen analyseren kunstuitingen van eenzelfde artistieke expressievorm uit verschillende kunststromingen, periodes en samenlevingen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder de zeven periodes van het courante westerse historische referentiekader
	*Conceptuele kennis
	- Bouwstenen, technieken en materialen van kunstuitingen - Kenmerkende kunsthistorische elementen zoals een schoonheidsideaal, het vakmanschap, het artistiek parcours, de economische waarde, de aandacht voor de vorm, de mate van weerspiegeling of vervreemding van de maatschappij, de stijlkenmerken, de rol van de opdrachtgever(s), de rol in beeldvorming, de rol in opinievorming, de betekenissen, de genderdimensie
	*Procedurale kennis
	- Hanteren van meerdere perspectieven (multiperspectiviteit) - Toepassen van analysemethoden zoals visuele, auditieve en materiële analyse
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met een artistieke expressievorm eigen aan de studierichting.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
*Cognitieve dimensie	Analyseren

▪ Chemie-materiaalkunde met inbegrip van elementen uit de uitgebreide chemie

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Toepassingen van materialen worden bepaald door hun structuur en eigenschappen. Die eigenschappen worden op hun beurt bepaald door de moleculaire structuur van stoffen waaruit die materialen zijn opgebouwd. Om toepassingen van materialen ten volle te begrijpen is inzicht in zowel de moleculaire structuur van stoffen als de structuur van materialen essentieel. Dit onderdeel bevat, naast een studie van de structuur en eigenschappen van studierichtingspecifieke materialen (m.i.v. classificatie van materialen), een aanvulling op de basisvorming, nl. een verbredend inzicht in de moleculaire structuur van stoffen (intermoleculaire krachten, roosters ...).

9.4.1*	Doelzin
	De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder ionbinding, covalente binding, metaalbinding, rooster, cohesie, adhesie, oxidatie, reductie
	*Conceptuele kennis
- Chemische bindingen: ionbinding, covalente binding, metaalbinding	

	- Intermoleculaire krachten: cohesie, adhesie en andere zoals dipoolkrachten, H-bruggen, ion-dipoolkrachten - Roosters zoals ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster met in begrip van roosterfouten - Stofeigenschappen: het oplosgedrag van stoffen, geleidbaarheid, oxidatie en reductie
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Begrijpen

9.4.2*	Doelzin
	De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van materialen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder polymeer, keramiek, composiet, metaal, legering, korrelgrootte, kristalstructuur
	*Conceptuele kennis
	- Classificatie van materialen: polymeren, keramieken, composieten, metalen en hun legeringen, natuurlijke materialen - Structureigenschappen > Microstructuur: korrelgrootte, kristalstructuur > Samenstelling van materialen: samenstellende componenten, chemische elementen en verbindingen, het gehalte van de bestanddelen - Materiaaleigenschappen > Mechanische zoals elastische en plastische vervorming, trek-, buig- en druksterkte, hardheid, doorlaatbaarheid > Elektrische: soortelijke weerstand > Thermische: thermische geleidbaarheid, uitzetting > Optische: brekingsindex > Chemische: brandbaarheid, corrosiviteit > Akoestische: absorptie, weerkaatsing
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Begrijpen

▪ [Fysica-gevorderde fysica: elektromagnetisme](#)

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen leren de basis van electrostatica, elektrodynamica en elektromagnetisme. De nadruk ligt op het analyseren van fenomenen en toepassingen vanuit een fysisch denkkader. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld elektriciteit in levende systemen, elektriciteit in woningen, elektrotechnische systemen, NMR). Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, goniometrische getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie krijgen hierbij een belangrijke rol. Concepten m.b.t. elektriciteit en magnetisme worden behandeld a.d.h.v. krachten en velden. Ook gelijkstroomkringen met weerstanden komen aan bod.

11.2.1*	Doelzin
	De leerlingen analyseren elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan kwalitatief en kwantitatief aan de hand van de concepten kracht en veld.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis

	<ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, kracht, elektrische veldsterkte, elektrische potentiaal, elektrische spanning, magnetische inductie
	*Conceptuele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Het elektrisch veld <ul style="list-style-type: none"> > Coulombkracht inclusief formule voor de grootte ervan $F=k \cdot Q1 \cdot Q2 /r^2$ > Elektrische veldsterkte als vectoriële grootheid, elektrische veldlijnen en het verband tussen die twee > Elektrische potentiaal en elektrische spanning > Radiaal veld: elektrische veldsterkte in een punt inclusief formule voor de grootte ervan $E=k \cdot Q /r^2$ > Homogeen veld: elektrische veldsterkte in een punt en elektrische spanning tussen twee punten inclusief formule voor het verband tussen de groottes ervan $E=U/d$ > Capaciteit van een condensator en van een vlakke condensator inclusief formules $C=Q/U$ en $C=\epsilon \cdot A/d$ - Het magnetisch veld <ul style="list-style-type: none"> > Magnetische inductie als vectoriële grootheid, magnetische veldlijnen en het verband tussen die twee > Magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel inclusief formules voor de groottes ervan $B=\mu \cdot I/(2\pi \cdot r)$ en $B=\mu \cdot I \cdot N/\ell$ > Informeel begrip van magnetische spin bij atomen > Weissgebieden > Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld inclusief formule voor de grootte ervan $F=B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin\alpha$ - Het fenomeen elektromagnetische inductie <ul style="list-style-type: none"> > Magnetische flux inclusief formule $\Phi=A \cdot B \cdot \cos(\alpha)$ > Wetten van Lenz en Faraday > Inductiespanning inclusief formule $U=-N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$
	*Procedurele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Werken met vectoriële grootheden <ul style="list-style-type: none"> > Bepalen van richting en zin van een vectoriële grootheid > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening - Schetsen van vectoren en grafieken - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van problemen m.b.t. elektromagnetisme
	Met inbegrip van context
	<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Analyseren
11.2.2*	Doelzin
	De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, elektrische spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid, vermogen - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van de specifieke eindterm - Formules <ul style="list-style-type: none"> > Stroomsterkte $I=\Delta Q/\Delta t$ > Weerstand $R=U/I$

> Geleidbaarheid $G=I/U$
> Vermogen inclusief formule $P=U \cdot I$
- Wet van Ohm
*Conceptuele kennis
- Gelijkstroomkringen
- Conventionele stroomzin en werkelijke stroomzin
- Stroomsterkte inclusief formule $I=\Delta Q/\Delta t$
- Weerstand: concept, fysieke component en grootheid inclusief formule $R=U/I$
- Geleidbaarheid inclusief formule $G=I/U$
- Wet van Ohm
- Joule-effect inclusief formule $Q=R \cdot I^2 \cdot \Delta t$
- Vermogen inclusief formule $P=U \cdot I$
- Wet van Pouillet inclusief formule $R=\rho \cdot \ell/A$
- Serie- en parallelschakeling van weerstanden
> Onbelaste spanningsdeler
> Substitutieweerstand
> Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte
- Condensator, capaciteit van een condensator inclusief formule $C=Q/U$
- Opladen en ontladen van een condensator in een gelijkstroomkring met een condensator en een weerstand inclusief oplaadings- en ontladingscurve
*Procedurele kennis
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Berekenen van de substitutieweerstand van een gemengde schakeling van weerstanden
- Oplossen van gemengde schakelingen van weerstanden en één spanningsbron in gelijkstroomkringen
Met inbegrip van context
* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.
Met inbegrip van dimensies eindterm
*Cognitieve dimensie Analyseren

▪ **Fysica-gevorderde fysica: mechanica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen leren de basis van kinematica, dynamica en statica van puntmassa's en starre lichamen. De nadruk ligt op het analyseren van fenomenen en toepassingen vanuit een fysisch denkkader. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld lagers, vakwerken, biomechanische systemen). Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie krijgen hierbij een belangrijke rol. Zowel translationele als rotationele bewegingen worden bestudeerd en gerelateerd aan krachten en de momenten die er de oorzaak van zijn. De voorwaarden voor evenwicht worden opgesteld a.d.h.v. momenten en krachten. De concepten arbeid en behoud van energie komen aan bod.

11.5.1*	Doelzin
	De leerlingen analyseren de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging kwalitatief en kwantitatief.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis

	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder verplaatsing, afgelegde weg, snelheid, versnelling
	*Conceptuele kennis
	- Puntmassa en star lichaam - Rotatie en translatie - Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden - Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg - Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling - Positie-, snelheids- en versnellingsfunctie - Hoeksnelheid en baansnelheid - Verbanden tussen de beweging en grafieken: > Worp: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$ > ECB: $v(t)$, $a(t)$
	*Procedurele kennis
	- Schetsen van een grafiek - Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van problemen m.b.t. kinematica - Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. kinematica van puntmassa's
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Analyseren

11.5.2*	Doelzin
	De leerlingen analyseren de statica van systemen kwalitatief en kwantitatief aan de hand van krachten en krachtmomenten.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder kracht, krachtmoment
	*Conceptuele kennis
	- Puntmassa en star lichaam - Rotatie en translatie - Massamiddelpunt - Krachten > Soorten krachten > Wrijvingskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F_w = \mu \cdot F_n$ > Krachtenbalans, resulterende kracht > Drie wetten van Newton inclusief vectoriële formule $F = m \cdot a$ - Momenten > Krachtmoment inclusief formule voor de grootte ervan $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$ > Momentenbalans, resulterend krachtmoment - Statisch evenwicht
	*Procedurele kennis

<ul style="list-style-type: none"> - Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening - Opstellen van de krachten- en momentenbalans inclusief schets - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van problemen m.b.t. statica 		
Met inbegrip van context		
<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Contexten zoals onderstaande komen aan bod. > Mechanismen zoals riemen, tandwielen, mechanische geleiders, katrollen, lagers, scharnieren, veersystemen, kruk-drijfstaangmechanisme > Structuren zoals vakwerken, een dubbele ladder > Biomechanica: aspecten van het bewegingsapparaat zoals gewrichten, spieren, botten * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld. 		
Met inbegrip van dimensies eindterm		
<table border="1"> <tr> <td>*Cognitieve dimensie</td> <td>Analyseren</td> </tr> </table>	*Cognitieve dimensie	Analyseren
*Cognitieve dimensie	Analyseren	

11.5.3*	Doelzin		
	De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.		
	Met inbegrip van kennis		
	*Feitenkennis		
	<ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte 		
	*Conceptuele kennis		
	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha)$ - Arbeid-energietheorema - Energie > Soorten energie inclusief formules: kinetische energie van een puntmassa $E=1/2 \cdot m \cdot v^2$, potentiële gravitatie-energie $E=m \cdot g \cdot h$, potentiële elastische energie $E=1/2 \cdot k \cdot (\Delta l)^2$ en andere zoals elektrische energie $E=Q \cdot V$, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie $E=h \cdot f$ - Energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren - Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement $\eta=E_{\text{nuttig}}/E_{\text{totaal}}$ en gemiddeld vermogen $P=\Delta E/\Delta t$ - Wet van behoud van energie - Warmte - Energiedissipatie 		
	*Procedurele kennis		
	<ul style="list-style-type: none"> - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid en energieomzettingen 		
	Met inbegrip van context		
	<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld. 		
	Met inbegrip van dimensies eindterm		
	<table border="1"> <tr> <td>*Cognitieve dimensie</td> <td>Toepassen</td> </tr> </table>	*Cognitieve dimensie	Toepassen
*Cognitieve dimensie	Toepassen		

▪ **Fysica-gevorderde fysica: constructieer**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Hier wordt dieper en breder ingegaan op de analyse van structuren en constructies. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld bouwconstructies, houtconstructies, infrastructuur, productontwikkeling, projectontwikkeling). In de sterkteleer worden mechanische spanningen bij structuren (zoals draagbalken, draaiarmen, profielen) geanalyseerd. Concepten zoals plastische en elastische vervorming, spanning en rek, knik en wring komen aan bod. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren en functies) en hun Pagina 223 van 233 interpretatie. Daarnaast komt de analyse (m.b.v. software en a.d.h.v. technische data) van constructies aan bod.

11.6.1*	Doelzin
	De leerlingen analyseren kwantitatief en kwalitatief mechanische eigenschappen van materialen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder kracht, krachtmoment
	*Conceptuele kennis
	- Trek, druk, wringing - Axiale en radiale krachten, krachtmomenten - Plastische en elastische vervorming, breuk > Wet van Hooke inclusief formules $\sigma = E \cdot \epsilon$ en $M = C \cdot \phi$, elasticiteitsmodulus en torsievoorconstante - Spanning-vervormingdiagrammen - Mechanische eigenschappen van materialen
	*Procedurele kennis
	- Kwantitatief en kwalitatief oplossen van problemen m.b.t. mechanische eigenschappen van materialen - Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium
	Met inbegrip van context
* Het cesuurdoel wordt met richtingspecifieke context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie Analyseren	

11.6.2*	Doelzin
	De leerlingen onderzoeken eigenschappen van constructies.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	- Ontwerp- en uitvoeringscriteria - Ontwerpmodellen, ontwerpplannen en uitvoeringsplannen - Uitvoeringsvormen en -technieken - Relatie tussen materiaal, structuur en functie - Eigenschappen van materialen en structuren
	*Procedurele kennis

- Vergelijken van materialen en structuren a.d.h.v. technische data
- Tekenen, interpreteren en simuleren van constructies met software zoals BIM, CAD
- Interpreteren van plannen en modellen in twee en drie dimensies
Met inbegrip van context
* Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met studierichtingspecifieke context.
* Contexten zoals bouw- en houtconstructies, infrastructuur, product- en projectontwikkeling komen aan bod.
* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
Met inbegrip van dimensies eindterm
* Cognitieve dimensie Analyseren

▪ [Fysica-gevorderde fysica: thermodynamica](#)

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De vier wetten van de thermodynamica staan centraal. Verdieping en verbreding van concepten zoals energie, arbeid, warmte, vermogen en rendement horen hierbij. Thermodynamische systemen en processen alsook de warmtebalans en de ideale gaswet worden gebruikt om fenomenen en toepassingen te verklaren. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, goniometrische getallen en functies) en hun interpretatie.

11.9.1*	Doelzin
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de thermodynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte
	- Formule voor ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
	*Conceptuele kennis
	- Wet van behoud van energie
	- Arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem
	- De 0 ^{de} en 1 ^{ste} hoofdwet van de thermodynamica
	- Energiedissipatie
	- Open, gesloten en geïsoleerd systeem
	- Thermodynamische processen zoals een smeltproces, een kookproces
	- Rendement inclusief formule $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$
	- Fasediagrammen
	- Ideale gaswet als toestandsvergelijking inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
	- Merkbare en latente warmte inclusief formules $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ en $Q = \ell \cdot m$
	- Warmtebalans bij temperatuurveranderingen en faseovergangen
	*Procedurele kennis
	- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
	- Gebruik van een formularium
	- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. de ideale gaswet en de warmtebalans
	- Oplossen van problemen m.b.t. thermodynamica
	Met inbegrip van context
	Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.

* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.	
* Faseovergangen m.b.t. de warmtebalans zoals verdampen, condenseren, smelten en stollen	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Toepassen

▪ **Fysica-gevorderde fysica: bouwkunde**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Eenzijds wordt vanuit een klassieke benadering een analyse gemaakt van warmtetransport, akoestiek en vocht in bouwcontexten. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen en functies) en hun interpretatie. Anderzijds is er aandacht voor het evalueren van een gebouw vanuit een systeemtheoretische benadering. De complexe interacties binnen een gebouw en tussen een gebouw en zijn omgeving staan hier centraal en worden beschreven aan de hand van stromen van energie en materie. Daarbij gaat de nodige aandacht naar hedendaagse technologie, gedreven door automatisering. Er wordt ook ingegaan op de analyse van topografische methoden bij terreinopmetingen.

11.11.1*	Doelzin
	De leerlingen analyseren thermische eigenschappen in functie van de isolatie van bouwwerken.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder warmte, warmtecapaciteit weerkaatsing, breking, absorptie
	*Conceptuele kennis
	- Warmtetransport > Geleiding, convection en straling > Warmtestroom en warmtehoeveelheid > Warmtegeleidingscoëfficiënt > Merkbare warmte inclusief formule $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$, specifieke warmtecapaciteit > Thermische eigenschappen van bouwmaterialen > Thermische isolatie > Bouwknoop en warmtelek
	*Procedurele kennis
	- Gebruiken van een formulairium - Vergelijken van bouwmaterialen en constructiewijzen a.d.h.v. technische data - Oplossen van problemen m.b.t. warmtetransport
	Met inbegrip van context
	* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie

11.11.3*	Doelzin
	De leerlingen analyseren interacties binnen een gebouw en tussen een gebouw en zijn omgeving.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel

*Conceptuele kennis	
<ul style="list-style-type: none"> - Gebouw als systeem - In- en uitvoer via dynamische processen > Stromen van materie en energie zoals van data, elektriciteit, lucht, warmte, water > Technieken om de stromen te reguleren: isolatie, ventilatie, bekabeling, buizenstelsels - Invloed van omgevingsfactoren op aspecten van gebouwen en invloed van aspecten van gebouwen op omgevingsfactoren > Abiotische en biotische omgevingsfactoren zoals bodem, vegetatie, klimaat, ligging, oriëntatie, inkijk, grondwater, schaduw, ecosysteem > Aspecten van gebouwen inzake energiehuishouding, veiligheid en comfort zoals vochtigheid, temperatuurregeling, stabiliteit, luchtkwaliteit, elektriciteitsvoorziening, overstromingsrisico - Passief en energieneutraal bouwen - Circulair bouwen - Automatisering > Sensoren, actuatoren en besturingen > Domotica, smart homes, internet of things > Toepassingen zoals zonnepanelen, thermostaat, luchtbehandeling > Energiekost 	
*Procedurele kennis	
<ul style="list-style-type: none"> - Interpreteren van plannen en modellen in twee en drie dimensies - Interpreteren van geografische data zoals bodemsamenstelling, overstromingsrisico, geluidsbelasting 	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Analyseren

▪ **STEM-gevorderde STEM-engineering**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

In de basisvorming hebben leerlingen kunnen kennismaken met het oplossen van problemen door integratie van wiskunde, wetenschappen en techniek. In dit onderdeel worden leerlingen ondergedompeld in het 'denken en handelen' als een ingenieur waarbij het zoeken naar een kwaliteitsvolle oplossing voor een probleem met maatschappelijke relevantie voorop staat. Denken op systeemniveau, het specificeren van criteria waaraan een oplossing moet voldoen, prototypes ontwerpen, evalueren en testen, evidence based optimaliseren van criteria en verfijnen van een ontwerp, ... op een wetenschappelijk gefundeerde manier komen hierbij aan bod. Hiervoor zijn diepgaande kennis, inzicht en vaardigheden uit wiskunde, wetenschappen, techniek en computationele vaardigheden noodzakelijk en wordt hen aangeleerd deze kennis en vaardigheden gecombineerd in te zetten.

12.1.1*	Doelzin
	De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.
	Met inbegrip van kennis
	*Conceptuele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtings specifieke eindtermen - Wetenschappelijke methode - Technisch proces
	*Procedurele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Definiëren van het probleem, de behoefte - Bepalen van criteria en specificaties - Opstellen van een planning - Bedenken van mogelijke technische modellen rekening houdend met de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties

<ul style="list-style-type: none"> - Analyseren van oplossingen om een optimaal ontwerp te selecteren inclusief kosten-batenanalyse - Realiseren van het prototype met studierichtings specifieke materialen, systemen en technieken - Testen en evalueren van het prototype aan de hand van opgestelde modellen, de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties inclusief effectonderzoek - Toepassen van een iteratief technisch proces - Toepassen van wetenschappelijke onderzoeksmethoden om gefundeerde beslissingen te nemen - Toepassen van computationele vaardigheden zoals het opstellen van een flowchart (stroomdiagram), programmeren, modelleren en simuleren aan de hand van ICT - Geïntegreerd toepassen van wiskundige, wetenschappelijke, technologische en computationele inzichten, concepten en vaardigheden - Toepassen van reflectievaardigheden 	
Met inbegrip van context	
<ul style="list-style-type: none"> * De problemen hebben een maatschappelijke relevantie. * Elke STEM-discipline komt tenminste met één andere STEM-discipline geïntegreerd aan bod. * De duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap worden aangereikt (SDG's, sustainable development goals). 	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Creëren
*Psychomotorische dimensie	Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

4. Bronnen en verwijzingen

www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen	: website waarop je matrix kan raadplegen
www.onderwijsdoelen.be	: website met laatste versies van de eindtermen
www.vlaamsekwalificatiestructuur.be/kwalificatiedatabank	: website van de Vlaamse kwalificatiestructuur
www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs	: OVSG-website met servicedocumenten, screencasts, opleidingen ...