



Conceptexamenprogramma onderzoek & ontwerpen havo



Conceptexamen- programma

Onderzoek en Ontwerpen

Havo

Maart 2025

slo



een doordacht curriculum
dat doen we *samen*

Verantwoording



2024 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteur

SLO

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN 9.8055.081

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
Leeswijzer	4
Meer informatie	4
2. Karakteristiek Onderzoek en Ontwerpen	5
Kenmerken van de natuurwetenschappen en technologie	5
Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken	5
Kenmerken van het vak Onderzoek en Ontwerpen	6
Onderzoek en Ontwerpen als schoolvak	7
Onderzoek en Ontwerpen in de schoolsoorten	7
Havo	7
Vwo	7
3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen	9
4. Eindtermen	10
Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie	10
Domein B Concepten	12
Domein C Denkwijzen	15
Domein D Vraagstukken	18
Domein E Werkwijzen	19
Subdomein E1 Werkwijzen van Onderzoek en Ontwerpen	19
Subdomein E2 Toepassen van natuurwetenschappelijke werkwijzen	26
Domein F Zelfontwikkeling	27
Bijlage – Begrippenlijst Onderzoek en Ontwerpen	30

1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma Onderzoek en Ontwerpen – havo. De afgelopen twee en half jaar heeft de vakvernieuwingscommissie natuurwetenschappelijke vakken dit conceptexamenprogramma ontwikkeld – tegelijkertijd en in samenhang met de andere conceptexamenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken voor alle schoolsoorten en leerwegen. SLO voert in [opdracht](#) van het ministerie van OCW regie over de actualisatie van het gehele curriculum.

SLO zal de conceptexamenprogramma's beproeven in de onderwijspraktijk. De feedback die wordt opgehaald bij leerlingen, leraren en andere betrokkenen wordt gewogen en waar nodig worden de conceptexamenprogramma's aangescherpt. Daarna worden de documenten vastgesteld door het ministerie van OCW. Vanaf dat moment kunnen het definitieve examenprogramma's geïmplementeerd worden.

Leeswijzer

Dit conceptexamenprogramma begint met een karakteristiek, waarin de visie op Onderzoek en Ontwerpen – havo en de positie van het vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs staat beschreven. Daarna volgt het raamwerk: een schematische weergave van de inhoud per domein of subdomein. Vervolgens volgen de eindtermen. Per eindterm is een doelzin, uitwerking ('Het gaat hierbij om') en een illustratie ('Te denken valt aan') opgenomen. Tot slot staat in de bijlage de begrippenlijst.

Meer informatie

Meer informatie over de inhoudelijke keuzes en de inrichting van het proces is te vinden in het toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken (Brouwers-Meeuwis, Goedegebure, Meijer, Oldenbeuving, Woldhuis, 2025).

Alle informatie over de totstandkoming, de opzet, werkwijze en inhoud van de conceptexamenprogramma's is te vinden op: <https://www.actualisatie-examenprogrammas.nl/natuurwetenschappelijke-vakken>.

2. Karakteristiek Onderzoek en Ontwerpen

Kenmerken van de natuurwetenschappen en technologie

Het schoolvak Onderzoek en Ontwerpen (O&O) deelt met natuur, leven en technologie (nlt) een basis vanuit natuurwetenschappen en technologie. Het is daarmee nauw verweven met de natuurwetenschappelijke schoolvakken biologie, natuurkunde en scheikunde.

De natuurwetenschappen bestuderen de natuurlijke werkelijkheid, technologie verandert haar. Natuurwetenschappen onderzoeken de natuurlijke wereld om ons heen, zowel levend als niet-levend. Dat doen ze op alle schalen met behulp van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming. Technologie hanteert kennis en vaardigheden voor het ontwerpen, bouwen en gebruiken van voorwerpen en systemen om problemen op te lossen en behoeften te vervullen. Bij het onderzoeken en ontwerpen maken natuurwetenschappen en technologie gebruik van vergelijkbare en specifieke denk- en werkwijzen. De resultaten van de natuurwetenschappen en van technologie – evenals de ontwikkeling van hun methodes – zijn het product van menselijk handelen. Ze maken al eeuwen deel uit van de menselijke cultuur.

Natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkeling versterken elkaar. Hiermee krijgen mensen steeds weer nieuwe manieren om hun leef- en werkomgeving te begrijpen en beïnvloeden. Dat laatste biedt kansen, maar ook uitdagingen voor de maatschappij en planeet aarde.

Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken

In de onderbouw wordt via de kerndoelen mens en natuur de basis gelegd voor natuurwetenschappelijke en technologische concepten, denkwijzen en werkwijzen. In de bovenbouw worden deze verder uitgediept in de disciplinaire vakken biologie, natuurkunde en scheikunde, en op havo en vwo de interdisciplinaire vakken nlt en O&O. Het zijn profiel(keuze)vakken met een algemeen vormend karakter. Van onderbouw naar bovenbouw verschuift de nadruk. In de onderbouw gaat het vooral om inhouden die leerlingen nodig hebben in hun persoonlijk leven en als burger in de samenleving. In de bovenbouw zijn de inhouden meer relevant voor vervolgoopleidingen en toekomstige werkvelden en beroepen.

De natuurwetenschappelijke en technologische denk- en werkwijzen dragen bij aan de ontwikkeling van een onderzoekende houding en het probleemoplossend vermogen van leerlingen. Samenwerken en reflectie op eigen bijdragen en

interesses ondersteunen hun persoonlijke ontwikkeling. De vakken besteden aandacht aan hoe natuurwetenschappelijke kennis en technologische producten tot stand komen. Op die manier zijn leerlingen in staat om de waarde en betrouwbaarheid van uitspraken over natuurwetenschappen en technologie te beoordelen. Daarmee – in combinatie met relevante conceptuele kennis – kunnen leerlingen in het dagelijks leven een eigen mening vormen en beredeneerd beslissingen nemen over maatschappelijke en persoonlijke vragen waarin natuurwetenschappelijke kennis of technologie een rol speelt.

De natuurwetenschappelijke vakken staan niet los van de andere vakken. Veel natuurwetenschappelijke en technologische vraagstukken brengen maatschappelijke of morele aspecten met zich mee die zich lenen voor het onderzoeken van burgerschapsvraagstukken. Wiskunde speelt een onmisbare rol in de natuurwetenschappen, met name statistiek, wiskundig modelleren en het gebruik van wiskundige technieken. Digitale geletterdheid wordt binnen de vakken aangesproken en versterkt. Dat gebeurt bij het verzamelen, categoriseren en presenteren van data en bij het gebruiken, aanpassen en maken van computermodellen. Verder zijn een goede algemene taalbeheersing en beheersing van de vaktaal noodzakelijk, zowel voor begripsontwikkeling als bij het formuleren van precieze en gestructureerde redeneringen. Op het vmbo bieden de vakken ondersteuning bij de beroepsgerichte vakken en praktijkgerichte programma's, doordat leerlingen concepten, denk- en werkwijzen aanleren die hiervoor relevant zijn.

Kenmerken van het vak Onderzoek en Ontwerpen

Bij O&O werken leerlingen in teamverband aan levensechte projecten afkomstig van externe opdrachtgevers. Deze projecten zijn vaak interdisciplinair van aard en vereisen een natuurwetenschappelijke en technologische aanpak, waarbij soms ook sociale en kunstzinnige concepten nodig zijn. Leerlingen leren verbanden te leggen tussen het project en bredere maatschappelijke, technologische en wetenschappelijke vraagstukken.

Hierbij leren leerlingen op een systematische manier nieuwe kennis en oplossingen te ontwikkelen. Ze krijgen een brede theoretische basis en worden vertrouwd met planmatig werken en verschillende ontwerp- en onderzoeksmethodieken. Ze leren hoe ze onderzoeks- en ontwerp vragen kunnen identificeren en formuleren. Door middel van praktisch werk komen ze tot concrete oplossingen en verklaringen, die uiteindelijk worden gepresenteerd aan de betrokken partijen.

Daarnaast ontwikkelen leerlingen andere belangrijke vaardigheden. Door in teams aan projecten te werken, leren ze probleemoplossend denken, plannen,

organiseren en systematisch werken. Ze leren effectief samen te werken en te communiceren binnen een groep en met externe partijen, en hierin een ondernemende houding aan te nemen. Deze vaardigheden bereiden hen voor op toekomstige situaties, zowel op het gebied van verdere studie als in hun latere carrière.

Onderzoek en Ontwerpen als schoolvak

Het vak O&O wordt aangeboden op zowel havo als vwo. Het is een profielkeuzevak binnen de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek. Het vak kan ook in het vrije deel van het curriculum aangeboden worden. O&O kent uitsluitend een schoolexamen.

Het vak biedt leerlingen de kans om zowel onderzoeks- als ontwerpvaardigheden te ontwikkelen, terwijl ze tegelijkertijd werken aan hun persoonlijke groei. Het werken aan levensechte projecten en de daaropvolgende reflectie helpt leerlingen bij hun voorbereiding op vervolgopleidingen in de natuurwetenschappen of technologie. Ze komen in contact met verschillende beroepen door samen te werken met experts, bedrijven en instellingen. Reflectie op deze ervaringen draagt bij aan de ontwikkeling van hun handelen, kwaliteiten en motieven.

In de onderbouw wordt bij O&O gewerkt aan de kerndoelen mens en natuur. Het grootste verschil tussen de onderbouw en de bovenbouw ligt in de complexiteit van de projecten, de vereiste diepgang van kennis en de mate van zelfstandigheid van de leerlingen.

Onderzoek en Ontwerpen in de schoolsoorten

Op zowel havo als vwo is het domein Werkwijzen het startpunt voor het examenprogramma. Op beide schoolsoorten staat het werken aan levensechte projecten door middel van onderzoek en ontwerpen centraal.

Havo

Leerlingen voeren praktijkonderzoek uit waarbij ze natuurwetenschappelijke en technologische kennis toepassen. Ze worden ondersteund in het gebruik van onderzoeks- en ontwerpmethodieken, waardoor ze goed voorbereid worden op een hbo-opleiding. De rollen waar leerlingen zich in projecten mee bezig houden, sluiten aan bij de rollen van hbo-opgeleide professionals.

Vwo

Leerlingen voeren praktijkonderzoek uit en genereren daarnaast zelf ook nieuwe kennis. Ze leren wetenschappelijke en technologische kennis te integreren, en maken gebruik van diverse onderzoek- en ontwerpmethodieken. De abstractie

en complexiteit van de vraagstukken zijn hoger dan op het havo, zodat leerlingen goed worden voorbereid op wetenschappelijke vervolgopleidingen. De rollen waar leerlingen zich in projecten mee bezighouden, sluiten aan bij de rollen van wo-opgeleide professionals.

3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen

Hieronder vind je het raamwerk van Onderzoek en Ontwerpen geordend naar domeinen en subdomeinen.

Domeinindeling	Titel (sub)domein
Domein A	Aard van de natuurwetenschappen en technologie
Domein B	Concepten
Domein C	Denkwijzen
Domein D	Vraagstukken
Domein E	Werkwijzen
Subdomein E1	Werkwijzen van Onderzoek en Ontwerpen
Subdomein E2	Toepassen van natuurwetenschappelijke werkwijzen
Domein F	Zelfontwikkeling

4. Eindtermen

Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie

Eindterm 1

De leerling toont inzicht in de totstandkoming en de gevolgen van de inzet van technologie. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven dat technologie wordt ontwikkeld om problemen op te lossen of behoeften te vervullen;
- verklaren van mogelijkheden en onmogelijkheden van technologie;
- beschrijven hoe keuzes en optimalisatie de uitkomst beïnvloeden;
- beschrijven hoe bij de ontwikkeling van technologie rekening wordt gehouden met gewenste en ongewenste gevolgen ervan;
- beschrijven hoe technologie de leef- en werkomgeving beïnvloedt.

Te denken valt aan:

- de waarde van het eigen gemaakte product beschouwen: wie profiteert en wie ondervindt mogelijk nadeel;
- bespreken dat computerprogramma's producten en diensten kunnen zijn;
- onderzoeken van de gevolgen van het gebruik van smartphones in het dagelijks leven;
- verkennen van de vraag of een stofzuiger beter verkoopt als het geluid wordt verbeterd;
- een doel-middelanalyse gebruiken om tot een functioneel ontwerp te komen.

Eindterm 2

De leerling toont inzicht in de totstandkoming en betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de rol van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming in de totstandkoming van wetenschappelijke kennis;
- vergelijken van natuurwetenschappelijke uitspraken op onzekerheid, voorlopigheid en generaliseerbaarheid;

- verklaren waarover wel en geen natuurwetenschappelijke uitspraken kunnen worden gedaan;
- verklaren van de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis vanuit zijn totstandkoming.

Te denken valt aan:

- een inblik krijgen in het onderzoek van landelijke onderzoeksinstituten, zoals CPB, CBS, KNMI, RIVM;
- bespreken van de invloed van het meten met instrumenten die verschillen in nauwkeurigheid hebben.

Eindterm 3

De leerling beschrijft hoe natuurwetenschap en technologie worden beïnvloed. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven hoe maatschappelijke belangen invloed hebben;
- beschrijven hoe de cultuurhistorische en sociaal-culturele context invloed hebben;
- beschrijven hoe creativiteit, verbeeldingskracht en persoonlijke drijfveren invloed hebben;
- beschrijven hoe natuurwetenschap en technologie elkaar beïnvloeden.

Te denken valt aan:

- een discussie voeren over het maatschappelijke belang voor de ontwikkeling van medicijnen en vaccins, en de snelheid van die ontwikkeling;
- de verschillende belangen (militair, civiel, maatschappelijk) onderzoeken die een rol speelden in de ontwikkeling van GPS.

Domein B Concepten

Eindterm 4

De leerling selecteert relevante concepten en toont inzicht in deze concepten. (B)

Het gaat hierbij om:

- selecteren van concepten uit de havo-examenprogramma's van andere schoolvakken;
- selecteren van concepten uit aangereikte wetenschappelijke of technologische bronnen passend bij het hbo-werkveld;
- toepassen van de interdisciplinaire concepten bij het onderzoeken en ontwerpen: duurzaamheid, ecologische voetafdruk, levenscyclusanalyse en *cradle to cradle*.

Te denken valt aan:

- toepassen van de kennis van een expert bij het programmeren van een stofzuigerrobot;
- theorieën uit de materiaalkunde toepassen bij het ontwerpen van een onderbeenprothese;
- toepassen van concepten zoals experts die hanteren om tot een levenscyclusanalyse te komen van een aantal vleesvervangers;
- zoeken van een verkeerskundige om specifieke kennis te verzamelen.

Eindterm 5

De leerling past de onderdelen van projectmatig werken toe. (B)

Het gaat hierbij om:

- toepassen van de factoren die van invloed zijn: taakverdeling, planning, communicatie, geven en ontvangen van feedback, hulp vragen en bieden, initiatief, actieve deelname en reflectie;
- benoemen van planningsmethodieken;
- beschrijven welke planningsmethodieken toepasbaar zijn bij verschillende soorten projecten;
- beschrijven van verschillende teamrollen.

Te denken valt aan:

- een Scrumplanning beschrijven in een projectplan;
- de teamrollen van Belbin gebruiken om de kwaliteiten van teamleden zichtbaar te maken;
- in een teamontwikkelplan opnemen dat er wekelijks een vast moment is om de planning en taakverdeling te bekijken.

Eindterm 6

De leerling beschrijft de verschillende onderdelen van een ontwerpproces. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de functie van concepten zoals gebruikt in ontwerpprocessen uit verschillende beroepspraktijken.

Te denken valt aan:

- concepten: programma van eisen, *user persona*, *user journey*, referentieprojecten, probleemanalyse, brainstormen, schetsen, divergeren, convergeren, experimenteren, gebruikerstest, testen, *trial and error*, prototype, plattegrond, doorsnede, technische tekening of maquette;
- in een logboek schrijven hoe er deze les gewerkt is aan de maquette;
- in een eindpresentatie beschrijven hoe het programma van eisen leidend was in het ontwerpproces.

Eindterm 7

De leerling beschrijft de onderdelen van een onderzoeksproces tijdens het voorbereiden en uitvoeren van een onderzoek. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de functie van concepten zoals gebruikt in verschillende onderzoeksprocessen uit verschillende beroepspraktijken.

Te denken valt aan:

- de concepten: hoofdvraag, deelvragen, conclusie, discussie, interview, enquête, literatuurstudie, experimenteel onderzoek, observatie, afhankelijke en onafhankelijke variabele, controlegroep of data;
- in de onderzoeksmethode van een tevredenheidsonderzoek benoemen dat er gebruik is gemaakt van een interview;
- tijdens een eindpresentatie vertellen dat er een observatie is gedaan om de verkeersstromen op het stationsplein in kaart te brengen.

Eindterm 8

De leerling toont inzicht in hoe strategieën voor zelfregulerend leren worden ingezet tijdens het reguleren van een leerproces. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven hoe cognitie, metacognitie, motivatie en gedrag van invloed zijn op hoe en wat je leert;
- cognitieve strategieën: organiseren, voorkennis activeren en verwerken van informatie;
- metacognitieve strategieën: plannen, evalueren en reflecteren;
- motivatiestrategieën: sturen van actie en jezelf motiveren;
- gedragsstrategieën: gebruikmaken van feedback, samenwerken, leeromgeving inrichten en hulp zoeken.

Te denken valt aan:

- bespreken van cognitieve strategieën en hoe de leerling deze kan inzetten om zich de concepten van een project eigen te maken;
- een presentatie houden over metacognitieve strategieën en bijbehorende methodieken;
- uitleggen dat de leerling voor het laatste project veel geleerd heeft, omdat deze het onderwerp interessant vond en het belang van het project inziet;
- in een reflectie op een opdracht aangeven hoe de oriëntatiefase bij een volgende opdracht efficiënter kan;
- bij een *presentation of learning* aangeven wat de leerling het afgelopen jaar heeft geleerd en hoe deze de eigen ontwikkeling ziet.

Domein C Denkwijzen

Eindterm 9

De leerling redeneert met systemen. (B)

Het gaat hierbij om:

- analyseren van een situatie met systeemgrenzen, deelsystemen, instroom en uitstroom;
- redeneren over interacties tussen een systeem en de omgeving;
- redeneren over interacties tussen de deelsystemen in een systeem.

Te denken valt aan:

- de habitat van een grutto met de betrokken (a)biotische factoren in beeld brengen, en in een beheersplan kunnen aangeven wat de invloed is van die factoren;
- in kaart brengen hoe bij het drogen van gras, de factoren luchtvochtigheid, temperatuur en windsnelheid kunnen worden ingezet bij de droogsnelheid;
- testen van verschillende warmtepompen op rendement in het Nederlandse klimaat.

Eindterm 10

De leerling redeneert met oorzaak en gevolg en relaties daartussen. (B)

Het gaat hierbij om:

- analyseren wat oorzaak en gevolg is bij een situatie;
- beredeneren wat mogelijke oorzaken zijn van een gegeven gevolg en wat mogelijke gevolgen zijn van een gegeven oorzaak;
- beschrijven van een oorzaak-gevolgrelatie met behulp van een onderliggend mechanisme;
- beredeneren of onder een correlatie een oorzakelijk verband ligt.

Te denken valt aan:

- de regelmatige opstoppingen op een rotonde in de buurt van de school verklaren aan de hand van de staat van het wegdek, het rijgedrag van fietsende leerlingen en de invloed van een recent aangelegde weg;
- onderzoeken wat het effect is van een vegetarisch dieet op sportprestaties;

- kunnen aangeven welk effect buffergebieden, grondsoort, regenval en doorstroomsnelheid hebben op droogte en wateroverlast in een gebied;
- in een grafiek van de te onderzoeken factoren een correlatie herkennen.

Eindterm 11

De leerling redeneert met patronen tijdens het analyseren van data. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van patronen in waarnemingen;
- formuleren van verwachtingen op basis van patronen.

Te denken valt aan:

- onderzoek doen naar de relatie tussen luchtverversing binnen een ruimte en de plaats van het luchtzuiveringsapparaat in die ruimte;
- een patroon vinden in de output van een sensor om een storing van een robotica-toepassing op te lossen.

Eindterm 12

De leerling redeneert met schaal, verhouding en hoeveelheid. (B)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van beredeneerde schattingen van ordes van grootte;
- vergelijken van relatieve ordes van grootte.

Te denken valt aan:

- een werktekening maken voor een *tiny house* met daarin de schaal en afmetingen aangegeven;
- de tekortkoming van een schaalmodel kunnen uitleggen aan de hand van de schaal van het definitieve ontwerp.

Eindterm 13

De leerling redeneert met stabiliteit en verandering. (B)

Het gaat hierbij om:

- beredeneren of een situatie in evenwicht is of niet.

Te denken valt aan:

- een krachtenberekening maken tijdens het ontwerpen van een aquaduct.

Eindterm 14

De leerling redeneert met kringlopen en transport. (B)

Het gaat hierbij om:

- verklaren van kringlopen en transport met behulp van behoud van materie en energie.

Te denken valt aan:

- ontwerpen van een duurzame stoel op basis van *cradle to cradle*.

Eindterm 15

De leerling redeneert met structuur, vorm, eigenschap en functie. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderbouwen hoe de verschillende eigenschappen van materialen van het ontwerp bijdragen aan de gewenste functie;
- onderbouwen hoe de vorm, opbouw, onderdelen en verbindingen van het ontwerp bijdragen aan de gewenste functie;
- onderbouwen hoe de gewenste functies bijdragen aan het oplossen van het probleem of de ontwerpvrage;
- verklaren dat een systeem ontworpen wordt om een bepaald effect te bereiken.

Te denken valt aan:

- gebruiken van een doel-middelanalyse om het programma van eisen aan te scherpen;
- bediscussiëren, in samenspraak met een expert, of de vorm en constructie van de ramen in een huis relevant zijn voor de isolatie;
- ontwerpen van een apparaat dat alleen Japanse duizendknoop kan verwijderen in een natuurgebied;
- aandacht hebben voor kleur, vorm, typografie en fotografie bij het maken van een multimedia-uiting.

Eindterm 16**De leerling redeneert vanuit een interdisciplinair perspectief. (B)**

Het gaat hierbij om:

- benoemen welke disciplines en professionele praktijken relevant zijn;
- analyseren van de bijdragen van verschillende disciplines en professionele praktijken.

Te denken valt aan:

- integreren van de levenscyclusanalyse in de ontwerpcyclus van een product, met behulp van een expert;
- onderzoeken welke natuurkundige en scheikundige kennis nodig is voor het technisch ontwerp van een machine voor chemische analyse;
- je richten op een bepaalde doelgroep bij het ontwerp van een hotel en het ontwerp aanpassen naar aanleiding van een nieuwe ontsluitingsweg.

Domein D Vraagstukken

Eindterm 17**De leerling legt verbanden tussen het project en maatschappelijke, technologische of wetenschappelijke vraagstukken. (B)**

Het gaat hierbij om:

- verband leggen tussen het project en de *Sustainable Development Goals* (SDG's);
- onderzoeken welke vragen, behoeften, belangen, bedreigingen en actoren een rol spelen bij het project;
- evalueren van de impact van de onderzoeksresultaten of de gecreëerde oplossing op de omgeving.

Te denken valt aan:

- een eigen oplossing voor het trillen van bladen van windmolens relateren aan het SDG 'betaalbare en duurzame energie';
- de belangen van verschillende betrokken partijen benoemen en wegen bij het bestrijden van een invasieve exoot;
- rekening houden met de maatschappelijke, culturele en economische context in een ontwerp van communicatiemiddelen om de verspreiding van een virus te voorkomen.

Domein E Werkwijzen

Subdomein E1 Werkwijzen van Onderzoek en Ontwerpen

Eindterm 18

De leerling werkt in samenspraak met een externe opdrachtgever aan een project waarin onderzoek of ontwerpen centraal staat. (B)

Het gaat hierbij om:

- met hulp contact leggen met een externe opdrachtgever;
- afstemmen van de onderzoeks- of ontwerpvrage op de wensen en eisen van de externe opdrachtgever;
- met hulp relevante disciplines en professionele praktijken betrekken;
- doelgericht werken aan een ontwerp of een onderzoek;
- opleveren van een eindproduct aan de externe opdrachtgever.

Te denken valt aan:

- contact leggen met een gezondheidsinstelling om de invloed van energiedrankjes op de prestaties van jongeren te onderzoeken;
- ontwerpen van een drone om heidebranden te detecteren voor de brandweer;
- betrekken van een gedragsdeskundige en het personeel bij het onderzoeken van verkeersstromen in een fabriekshal voor een bedrijf.

Eindterm 19

De leerling past in gezamenlijkheid op systematische en iteratieve wijze onderzoeks- en ontwerpstappen toe om tot een onderbouwd en beproefd resultaat te komen. (B)

Het gaat hierbij om:

- samenwerken om te komen tot een gezamenlijk resultaat met een herkenbare eigen inbreng;
- aanpassen van het onderzoeks- dan wel ontwerpproces op basis van feedback, evaluatie en reflectie;
- maken en bijhouden van een activiteiten- en tijdsplanning.

Te denken valt aan:

- aanvullen van het programma van eisen naar aanleiding van extra eisen van de opdrachtgever na het bouwen van het eerste prototype;
- aanpassen van de onderzoeksvraag naar aanleiding van een gesprek met een expert over de onderzoeksmethodiek;
- ontwerpen van een tweede prototype naar aanleiding van feedback van gebruikers;
- optimaliseren van het technisch ontwerp van een brokjesdispenser voor hulphonden;
- aanpassen van het onderzoeksplan op basis van nieuw verkregen onderzoeksresultaten.

Eindterm 20

De leerling analyseert vragen, problemen en behoeften van opdrachtgevers en gebruikers vanuit verschillende disciplines en professionele praktijken, en formuleert hieruit onderzoeks- en ontwerp vragen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke benodigde of gewenste kennis nog niet beschikbaar is;
- beschrijven welk benodigd of gewenst product nog niet beschikbaar of geoptimaliseerd is;
- formuleren van onderzoeksvragen vanuit een vraagstuk of waarneming;
- formuleren van ontwerp vragen vanuit behoeftes en problemen;
- evalueren van een zelf geformuleerde onderzoeks- of ontwerp vraag op eenduidigheid, haalbaarheid en relevantie.

Te denken valt aan:

- opstellen van een theoretisch kader bij de start van een onderzoek;
- formuleren van een onderzoeksvraag voor een autofabrikant die een gladder lakresultaat wil en daarvoor fijnstofconcentraties in zijn productiehal wil meten;
- opzetten van een gebruikersonderzoek.

Eindterm 21**De leerling bereidt een ontwerpproces voor en voert het uit. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven aan welke ontwerpeisen het ontwerp moet voldoen;
- beschrijven welke materialen, gereedschappen en systemen doelmatig, veilig en ethisch verantwoord worden ingezet;
- komen tot nieuwe oplossingen door middel van divergent en associatief denken en door verschillende schetsen en modellen te maken;
- door middel van convergerend denken bepalen welke selectie van nieuwe oplossingen verder moet worden uitgewerkt;
- beeldend maken van het ontwerp door middel van tekeningen, technische tekeningen, renders, maquettes of prototypes;
- testen en verbeteren van de ontworpen oplossingen.

Te denken valt aan:

- schrijven van een plan van aanpak;
- een overzicht maken waarin overzichtelijk wordt welke taken wanneer en door wie worden uitgevoerd;
- vertalen van eisen naar deeloplossingen in een morfologisch schema;
- op zoek gaan naar voorbeelden en inspiratiebronnen;
- uitwerken van een eerste idee naar een concept en naar het uiteindelijke ontwerp van een vleermuisvriendelijk verkeersplein.

Eindterm 22**De leerling bereidt een onderzoek voor en voert dit uit. (B)**

Het gaat hierbij om:

- opstellen van een protocol voor een valide meting;
- uitleggen welk instrumentarium en gereedschap worden/kunnen worden ingezet;
- veilig, doelmatig en duurzaam gebruiken van digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen;
- registreren van data verkregen uit analoge en digitale meetinstrumenten;
- beschrijven van de waarnemingen.

Te denken valt aan:

- maken van een onderzoekopstelling, interviewleidraad, vragenlijst of observatieplan;
- schrijven van een onderzoeksplan ter voorbereiding van een onderzoek waarin twee typen agrarische landschappen worden vergeleken op het gebied van biodiversiteit;
- de gemeten koolstofdioxidegehalten van verschillende klaslokalen in een tabel noteren;
- een opstelling maken om mycelium te kweken onder verschillende omstandigheden;
- bij het opstellen van een protocol kiezen uit verschillende onderzoeksmethoden: enquête, interview, observatie, casestudy, experiment of literatuurstudie.

Eindterm 23

De leerling verwerkt data. (B)

Het gaat hierbij om:

- analoog en digitaal verwerken in diagrammen en tabellen;
- beoordelen van de uitvoering en uitkomsten van metingen met gebruik van de begrippen betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en aannemelijkheid;
- kiezen van een weergave waarin patronen en verdelingskenmerken in de data zichtbaar kunnen worden gemaakt;
- interpreteren van statistische gegevens met betrekking tot verdeling en samenhang;
- aflezen van waardes uit diagrammen en tabellen.

Te denken valt aan:

- in een verkeerskundig onderzoek de gegevens van verkeersdrukte verwerken en op een grafische manier zichtbaar maken, zodat patronen in de verkeersdrukte zichtbaar worden;
- op een kunstzinnige manier uitleg geven aan meetdata over slaap-, werk- en eetritmes over drie maanden.

Eindterm 24**De leerling redeneert over natuurwetenschappelijke verklaringen en technische oplossingen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- redeneren met natuurwetenschappelijke modellen en theorieën, wetenschappelijke resultaten en resultaten uit eigen onderzoek;
- formuleren van mogelijke oorzaken, verbanden en mechanismen die onderzoeksresultaten verklaren;
- formuleren van passende conclusies en technische oplossingen die voldoen aan het programma van eisen.

Te denken valt aan:

- conclusies trekken over de werkzaamheid en de financiële en organisatorische haalbaarheid van een schoonmaakmiddel van lisdodde;
- onderbouwen of een duurzamere manier van bouwen nog economisch rendabel is;
- gemaakte keuzes in het ontwerpproces van een knooppunt van wegen onderbouwen met een adviesrapport en een maquette.

Eindterm 25**De leerling formuleert een onderbouwd standpunt. (B)**

Het gaat hierbij om:

- situaties en vraagstukken waarin natuurwetenschappelijke en technologische kennis een rol speelt;
- ordenen van natuurwetenschappelijke en technologische feiten, principiële overwegingen en maatschappelijke en persoonlijke belangen;
- beoordelen van argumenten op correctheid en relevantie;
- afwegen van verschillende argumenten.

Te denken valt aan:

- de afweging: de kleur van de gevel van het ontworpen huis is gekozen vanwege persoonlijke voorkeur;
- de afweging: de bescherming van een bepaalde diersoort is minder belangrijk dan de bescherming van landbouwgewassen;

- het dilemma: een bepaald beleid voor het grondwaterpeil is niet voor alle betrokken partijen wenselijk en een deel van de overwegingen hiervoor zijn persoonlijk en politiek van aard;
- het dilemma: een ontwerp voor de beveiliging van een festivalterrein zorgt voor maximale veiligheid, maar de inperking van privacy komt hierdoor te veel in het geding.

Eindterm 26

De leerling verzamelt en evalueert informatie. (B)

Het gaat hierbij om:

- divergerend associëren;
- doelgericht zoeken en selecteren;
- beoordelen van de betrouwbaarheid van bronnen en de relevantie van informatie;
- maken van een bronvermelding.

Te denken valt aan:

- in kaart brengen van de huidige mogelijkheden voor de recycling van zonnepanelen;
- beoordelen van de betrouwbaarheid van bronnen over het gebruik van katoenen broodzakken;
- verwerken van, citeren van en verwijzen naar bronnen over de voor- en nadelen van verschillende marketingstrategieën.

Eindterm 27

De leerling presenteert het proces en de resultaten van een onderzoek of ontwerp. (B)

Het gaat hierbij om:

- doelgericht gebruiken van verschillende communicatievormen;
- toepassen van kennis over taalverzorging en taalgebruik;
- gestructureerd formuleren van de uitkomsten van de genomen onderzoeks- of ontwerpstappen;
- afstemmen van inhoud op kennis, achtergrond en perspectief van het publiek;
- toepassen van auteursrecht.

Te denken valt aan:

- presenteren van informatie via afbeeldingen of multimediale uitingen, non-verbaal, in gebarentaal of in gesproken, geschreven en multimediale teksten;
- infographics maken voor externe en interne communicatie van de opdrachtgever;
- promotiefilmje maken over de genomen onderzoeksstappen binnen het project;
- bij het selecteren van afbeeldingen kijken welke Creative Commons-licentie ze hebben.

Eindterm 28

De leerling communiceert met betrokken partijen ten behoeve van het project. (B)

Het gaat hierbij om:

- toepassen van gespreksvaardigheden in een gesprek met betrokken partijen;
- reflecteren op de gekregen feedback ten behoeve van het project en in relatie tot zelfregulatie;
- reflecteren op het aangaan en onderhouden van communicatie met betrokken partijen en het eigen handelen.

Te denken valt aan:

- gebruiken van de gespreksvaardigheden: de boodschap overbrengen, de juiste vragen stellen, begrijpen wat je hoort, adequaat reageren op bijdragen van gespreksdeelnemers, en de inhoud van het gesprek beoordelen;
- dorpsbewoners enthousiasmeren tijdens een presentatie voor jullie plan om de leefbaarheid van het dorp te vergroten;
- de opdrachtgever 3D-schetsen laten zien van vijf mogelijke indelingen van de nieuwe fabriekshal om samen tot het gewenste ontwerp te komen;
- uitleg geven aan basisschoolleerlingen over het testen van een app om executieve functies te ontwikkelen.

Subdomein E2 Toepassen van natuurwetenschappelijke werkwijzen

Eindterm 29

De leerling gebruikt en ontwerpt natuurwetenschappelijke en technologische modellen en past ze aan. (B)

Het gaat hierbij om:

- modellen die verschijnselen beschrijven, verklaren en voorspellen;
- beredeneren wat de grenzen van een model zijn;
- verklaren van de grenzen van een model vanuit het doel van het model.

Te denken valt aan:

- schaalmodellen, fysieke modellen, wiskundige modellen en conceptuele modellen;
- gebruiken van modellersoftware als Coach, SolidWorks en Excel;
- een model opstellen om de grootte van mossels in de Westerschelde te voorspellen ten behoeve van een goede oogst;
- een model opstellen om de toename van wolven en afname van schapen in Drenthe te kunnen voorspellen.

Eindterm 30

De leerling toont inzicht in verbanden tussen natuurwetenschappelijke grootheden. (B)

Het gaat hierbij om:

- weergeven van waardes van grootheden in decimale en wetenschappelijke notatie, in bijpassende eenheden en passend afgerond;
- weergeven van verbanden tussen grootheden in formules, in tabellen en in diagrammen;
- interpreteren van formules, tabellen en diagrammen die verbanden tussen grootheden weergeven.

Te denken valt aan:

- uit een grafiek met meetdata afleiden hoe snel de zelfgebouwde robotwagen reed toen die uit de bocht vloog;
- bij een ecologisch onderzoek een schatting maken van het aantal bomen in een bos door een telling van een representatief stukje bos te extrapoleren.

Eindterm 31**De leerling past wiskunde toe. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van rekenvaardigheden;
- toepassen van meetkunde.

Te denken valt aan:

- bij het maken van een werktekening voor een object, de afmetingen en schaal berekenen en op de werktekening verwerken;
- een krachtenberekening maken voor een constructie als een brug, aan de hand van de materiaaleigenschappen en krachten die de brug moeten doorstaan;
- omrekenen van een Amerikaans ontwerp van inches naar cm, om dit daarna te bouwen;
- het schatten en voorspellen van getalswaarden.

Domein F Zelfontwikkeling

Eindterm 32**De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgoopleidingen en toekomst. (E)**

Het gaat hierbij om:

- verkennen van verschillende dagelijkse werkpraktijken;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgoopleidingen waarin de kennis en vaardigheden van onderzoekers en ontwerpers relevant zijn;
- verband leggen tussen projectonderdelen, motieven en activiteiten in de beroepspraktijk;
- verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses opgedaan in projecten;
- reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en beroep.

Te denken valt aan:

- het benoemen van de eigen kwaliteiten en valkuilen op basis van een competentietest;
- een team vormen op basis van gezamenlijke interesses voor dezelfde vervolgstudie;
- benaderen van architecten voor een opdracht;
- interesse in een cursus programmeren met Arduino uitspreken na een presentatie van een expert in de ICT.

Eindterm 33

De leerling reguleert het eigen leerproces. (E)

Het gaat hierbij om:

- opstellen van leerdoelen;
- werken aan zelf opgestelde leerdoelen;
- ervaringen opdoen met verschillende leerstrategieën: cognitieve strategieën, metacognitieve strategieën, motivatiestrategieën en gedragsstrategieën;
- reflecteren op het leerproces.

Te denken valt aan:

- inrichten van de leeromgeving om het leerproces te bevorderen;
- met een quiz voorkennis activeren om met een project aan de slag te kunnen gaan;
- opstellen en indien nodig aanpassen van een projectplanning;
- opstellen van vragen die gesteld kunnen worden aan de expert over de opdracht;
- bespreken van feedback met leerlingen en docenten op basis van een competentie-monitor.

Eindterm 34

De leerling draagt bij aan het samenwerken om een teamresultaat te bereiken. (E)

Het gaat hierbij om:

- communiceren over taken;
- zorg dragen voor het afronden van de eigen deeltaak;
- zorg dragen voor zichzelf en anderen bij het uitvoeren van een taak;

- verwoorden van feedback op eigen handelen en dat van teamgenoten;
- afwegen van ontvangen feedback.

Te denken valt aan:

- bij de start van de les aan teamleden aangeven hoe ver de leerling is met de opdracht;
- een teamlid ondersteunen bij een lastige taak;
- na de evaluatie van het project reflecteren op de ontvangen feedback over de samenwerking tijdens de afgelopen periode.

Eindterm 35

De leerling draagt met een proactieve en ondernemende houding bij aan het proces van onderzoeken en ontwerpen. (E)

Het gaat hierbij om:

- verwoorden van mogelijke kansen;
- handelen door kansen om te zetten in acties;
- ervaring opdoen met het aangaan en onderhouden van relaties met externen.

Te denken valt aan:

- met hulp van de docent benaderen van potentiële opdrachtgevers;
- contact leggen met externen, dit onderhouden en hier initiatief in tonen;
- bij ontwerpen en maken van een product/prototype steeds verder willen verbeteren en geen genoegen nemen met een eerste ruwe versie.

Bijlage – Begrippenlijst Onderzoek en Ontwerpen

Hieronder lees je de vakspecifieke begrippen en hun omschrijving.

Begrip	Omschrijving
Beroepspraktijken	De situatie van waaruit, de wijze waarop, en de maatschappelijke realiteit waarin een beroep wordt uitgeoefend.
Betrouwbaarheid (van metingen)	De mate waarin een meting bij herhaling hetzelfde resultaat oplevert. Betrouwbaarheid komt ook in andere combinaties voor; daar heeft het geen speciale betekenis.
Communicatievorm	Verbale, non-verbale, schriftelijke of visuele communicatie.
Concept	Begrip, idee of theorie om verschijnselen en systemen te begrijpen en te verklaren
Data	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
Denkwijze	Een manier van denken die wetenschappers en technologen in de natuurwetenschappen gebruiken om de wereld om ons heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Denkwijze is de Nederlandse term voor <i>crosscutting concepts</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .
Diagram	Grafische weergave van numerieke informatie, bijvoorbeeld een grafiek of histogram.
Instrument: analoog en digitaal	Analoge meetinstrumenten zijn uitgerust met een wijzer of een afleesschaal. De grootte is direct af te lezen met behulp van de wijzer of schaal. Digitale meetinstrumenten geven de grootte weer in cijfers. Het glaswerk rekenen we tot analoge meetinstrumenten.
Interdisciplinair	Een onderwerp wordt vanuit verschillende disciplines benaderd én er worden verbindingen gelegd (met betrekking tot vakkennis en/of denken en werkwijzen) tussen de disciplines.

Iteratief	Hier gebruikt in de context van een iteratief onderzoeksproces of ontwerpproces. Het gaat om een proces waarbij de onderzoeks- en ontwerpstappen herhaaldelijk worden toegepast binnen één onderzoek of ontwerp. Deze stappen hoeven niet cyclisch gevolgd te worden.
Leefomgeving	De directe omgeving waarmee de leerling in aanraking komt. Dat is niet alleen de eigen school, straat, woonplaats of land. Het kan ook gaan om de omgeving waar de leerling een speciale relatie mee heeft.
Model (algemeen)	Een beschrijving van een situatie uit de werkelijkheid die dient om een probleem of vraag in die situatie op te lossen. Deze beschrijving is niet volledig, maar bevat alleen die onderdelen of aspecten die relevant zijn voor het probleem of de vraag.
Passend afronden	Het afronden bij een berekening in het aantal cijfers gelijk aan dat van het getal met de kleinste nauwkeurigheid.
Patroon	Een regelmaat in een aantal waarnemingen.
Plan van aanpak	Plan voor het uitvoeren van een onderzoek of ontwerp.
Proces	De manier waarop iets verloopt. Dit kan natuurlijk zijn of door mensen bedacht en/of beïnvloed.
Product	Door mensen ontworpen materiële zaken. Bij het ontwerpen van immateriële zaken wordt gesproken over processen.
Professionele praktijken	Praktijken zijn maatschappelijk gevestigde vormen van gemeenschappelijke menselijke activiteiten, waarbinnen de uitgevoerde en uit te voeren handelingen betekenis en waarde krijgen. Praktijken hebben eigen waarden en spelregels en een sterk socialiserend karakter.
Project	Een door tijd en middelen afgebakend geheel van activiteiten die iets creëren.
Sustainable Development Goals (SDG's)	Duurzameontwikkelingsdoelstellingen van de Verenigde Naties die door alle 193 VN-lidstaten zijn aangenomen. De SDG's zijn opgedeeld in 17 doelstellingen.

Systeem	Het geheel van delen die met elkaar interacteren en een geheel vormen met specifieke emergente eigenschappen door de interacties tussen de delen, en dat een grens kent: er kan iets in- en/of uitgaan. Het systeem kan feedbackloops en een hiërarchische structuur bevatten, en is dynamisch van karakter.
Technologie	Het geheel van door de mens bedachte en nog te bedenken oplossingen voor problemen en behoeftes.
Vraagstuk	Groter, overkoepelend cluster van vragen waarvoor natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is voor de beantwoording.
Werkomgeving	De omgeving waarmee een leerling in aanraking kan komen bij de toekomstige beroepsuitoefening.
Werkwijze	Een systematisch en methodisch werkproces dat wetenschappers en technologen gebruiken om de wereld om hen heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Werkwijze is de Nederlandse term voor <i>practices</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .
Zelfregulering	Zelfstandig handelen en daarvoor verantwoordelijkheid nemen in de context van een bepaalde situatie/omgeving, rekening houdend met de eigen capaciteiten.



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



Bezoekadres
Stationsplein 1
3818 LE Amersfoort

Postadres
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

T +31 (0)33 484 08 40
E info@slo.nl
W www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)