

2. De programma's voor havo en vwo

2.1 Inleiding

Op de volgende bladzijden staan de examenprogramma's voor het vak onderzoek en ontwerpen. In nogal formele bewoordingen is beschreven wat leerlingen ('kandidaten') geacht worden te weten en te kunnen na het volgen van het vak. Er is flink gepuzzeld om goed in woorden te vangen waar het bij O&O om gaat en dat dan ook nog zo op te schrijven dat het 'toetsbaar' is. Dat wil zeggen dat er op een of andere manier onderscheid gemaakt moet kunnen worden tussen leerlingen die het niet, een beetje en heel goed kunnen.

Wat leerlingen moeten kunnen wordt het duidelijkst in de werkwoorden die gebruikt zijn, de zogenaamde 'handelingswerkwoorden'. Bij vakken waarin leerlingen veel vakkennis moeten opdoen en gebruiken geven de handelingswerkwoorden in de eindtermen meestal aan wat leerlingen met een stuk kennis moeten kunnen doen, zoals beschrijven, verklaren of beargumenteren. Bij een 'doe-vak' als O&O worden in de eindtermen die werkwoorden ook gebruikt, maar tevens komen er andere werkwoorden in voor zoals voorbereiden, uitvoeren, initiatief tonen en prioriteit geven.

Het onderscheid tussen het havo- en het vwo-programma is deels te zien in de gebruikte werkwoorden. Bij de toelichting in hoofdstuk 3 wordt nader op dat verschil ingegaan.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A Algemene vaardigheden

Dit zijn vaardigheden die een algemeen, vakoverstijgend karakter hebben, maar wel van essentieel belang zijn bij het werken in projecten.

Domein B Denk- en werkwijzen van onderzoeken en ontwerpen

Dit zijn de denk- en werkwijzen die leerlingen zich eigen dienen te maken om ze te kunnen inzetten bij het onderzoeken en ontwerpen in bètatechnische beroepen en werkzaamheden.

Domein C Kernkwaliteiten

Hier gaat het om de competenties die leerlingen zich in het vak O&O eigen dienen te maken, het geheel van kennis, vaardigheden en houdingen voor een succesvolle carrière in een bèta-technisch beroep.

Domein D Werelden van bèta-techniek

Hier gaat het om het scala aan terreinen waarop natuurwetenschap en techniek een rol spelen, er mag gekozen worden (door docent of leerling) in welke van die werelden de leerling zijn kennis en kunde tentoon spreidt; in het havo moeten er twee gekozen worden, in het vwo drie.

2.2 De examenprogramma's O&O havo en vwo

Examenprogramma Onderzoek en ontwerpen havo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

- Domein A Algemene vaardigheden
- Domein B Denk- en werkwijzen van Onderzoek en ontwerpen
- Domein C Kernkwaliteiten
- Domein D Werelden van bèta-techniek

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de gehele domeinen A, B en C in combinatie met
- minimaal twee² van de subdomeinen uit domein D
- en, indien het bevoegd gezag daarvoor kiest, andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

Examenprogramma Onderzoek en ontwerpen vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

- Domein A Algemene vaardigheden
- Domein B Denk- en werkwijzen van Onderzoek en ontwerpen
- Domein C Kernkwaliteiten
- Domein D Werelden van bèta-techniek

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de gehele domeinen A, B en C in combinatie met
- minimaal drie van de subdomeinen uit domein D
- en, indien het bevoegd gezag daarvoor kiest, andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

² De zinnen/zinsneden/woorden die het onderscheid tussen havo en vwo aangeven zijn recursieerd.

De examenstof

Domein A: Algemene vaardigheden

Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

Subdomein A2. Communiceren

2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal met een opdrachtgever/klant en in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied. De kandidaat kan adequaat, mondeling en schriftelijk met een opdrachtgever/klant communiceren over diens opdracht/vraag.

Subdomein A3. Waarderen en oordelen

3. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

Subdomein A4. Samenwerken

4. De kandidaat kan in projecten samenwerken met anderen, daarbij actief *luisteren* naar de inbreng van groepsgenoten, *feedback* aan groepsgenoten geven en van hen ontvangen en een herkenbare eigen inbreng hebben bij het tot stand komen van het eindresultaat. De kandidaat kan bij verschil van mening of opvatting samen met teamgenoten een oplossing vinden.

De examenstof

Domein A: Algemene vaardigheden

Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

Subdomein A2. Communiceren

2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal met een opdrachtgever/klant en in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied. De kandidaat kan adequaat, mondeling en schriftelijk met een opdrachtgever/klant communiceren over diens opdracht/vraag.

Subdomein A3. Waarderen en oordelen

3. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

Subdomein A4. Samenwerken

4. De kandidaat kan in projecten samenwerken met anderen, daarbij actief de inbreng van groepsgenoten *waarderen en stimuleren*, *deze op waarde schatten en gebruiken*, *feedback* aan groepsgenoten geven en van hen ontvangen en een herkenbare eigen inbreng hebben bij het tot stand komen van het eindresultaat. De kandidaat kan bij verschil van mening of opvatting samen met teamgenoten een oplossing vinden en *daarbij rekening houden met verschillende waarden*.

Subdomein A5. Onderzoeken

5. De kandidaat kan in contexten een *vraagstelling uitwerken in een onderzoeksvraag en onderzoekszopzet*, dat onderzoek uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van relevante vakken, consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A6. Ontwerpen

6. De kandidaat kan in contexten een vraagstelling uitwerken in een ontwerpprobleem, op basis van dit probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

Subdomein A7. Modelvorming

7. De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van relevante vakken, consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om organismen, materialen, instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

Subdomein A5. Onderzoeken

5. De kandidaat kan in contexten *vraagstellingen analyseren, gebruikmakend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, een geschikte onderzoeksmethode kiezen*, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van relevante vakken, consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A6. Ontwerpen

6. De kandidaat kan in contexten een vraagstelling uitwerken in een ontwerpprobleem, op basis van dit *probleem een ontwerpbenadering kiezen*, een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

Subdomein A7. Modelvorming

7. De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van relevante vakken, consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om organismen, materialen, instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

Domein B: Denk- en werkwijzen van onderzoeken en ontwerpen

Subdomein B1. Inventiviteit

9. De kandidaat kan associaties maken en relaties leggen die niet noodzakelijkerwijs een causaal karakter hebben en laat zich daarbij niet beperken door conventionele oplossingen en denkwijzen.

Subdomein B2. Projectmatig werken

10. De kandidaat kan een authentieke vraag omzetten in een ontwerpdracht of onderzoeksvraag. De kandidaat kan het complexe, cyclische en iteratieve karakter van procesmatig werken herkennen en toepassen, hierin proactief handelen en voorstellen doen om de kwaliteit van een project te verbeteren; hij kan de organisatie en planning van een project opzetten en bewaken.

Subdomein B3. Ondernemend- en klantgerichtheid

11. De kandidaat kan relaties met (potentiële) klanten en externe experts leggen en onderhouden. De kandidaat kan in contact met hen kansen voor opdrachten herkennen, initiatief tonen en activiteiten ontplooien om deze te verwerven en daarbij belang toekennen aan hun wensen; de kandidaat kan daarbij ideeën in daden omzetten, doorzettingsvermogen en eigenaarschap tonen.

Subdomein B4. Kennisgerichtheid

12. De kandidaat kan bij het opzetten, uitvoeren en evalueren van projecten de (beoogde) opbrengst verwoorden in termen van vermeerdering van zijn kennis van theorie en praktijk.

Domein B: Denk- en werkwijzen van onderzoeken en ontwerpen

Subdomein B1. Inventiviteit

9. De kandidaat kan associaties van een verschillend karakter maken en relaties leggen die niet noodzakelijkerwijs een causaal karakter hebben. *De kandidaat kan verschillende associaties uitdiepen voordat er een keuze wordt gemaakt.* De kandidaat laat zich daarbij niet beperken door conventionele oplossingen en denkwijzen. *De kandidaat kan de inventiviteit van anderen stimuleren, op waarde schatten en de wetenschappelijke relevantie hiervan inzien.*

Subdomein B2. Projectmatig werken

10. De kandidaat kan een authentieke vraag genereren, analyseren en omzetten in een ontwerpdracht of onderzoeksvraag. De kandidaat kan het complexe, cyclische en iteratieve karakter van procesmatig werken herkennen en toepassen, hierin analyserend en proactief handelen en *hierop reflecteren met als doel de kwaliteit van een project te verhogen; hij kan de organisatie en planning van een project opzetten en bewaken.*

Subdomein B3. Ondernemend- en klantgerichtheid

11. De kandidaat kan relaties met (potentiële) klanten en externe experts leggen en onderhouden. De kandidaat kan in contact met hen kansen voor opdrachten herkennen, initiatief tonen en activiteiten ontplooien om deze te verwerven en daarbij belang toekennen aan hun wensen; *de kandidaat kan daarbij ideeën in daden omzetten, doorzettingsvermogen en eigenaarschap tonen.*

Subdomein B4. Kennisgerichtheid

12. De kandidaat kan bij het opzetten, uitvoeren en evalueren van projecten de (beoogde) opbrengst verwoorden in termen van vermeerdering van zijn kennis van theorie, praktijk en *wetenschap.*

Domein C: Kernkwaliteiten

Subdomein C1. Ontwikkelen als persoon en professional

13. De kandidaat kan zijn zwakke en sterke kanten en de ontwikkeling daarvan benoemen en deze in verband brengen met het werken aan projecten en in het perspectief plaatsen van toekomstige studie en beroep. De kandidaat geeft daarbij blijk van overtuigingen, identiteit en betrokkenheid; hij kan op basis daarvan voor zichzelf realistische doelen stellen.

Subdomein C2. Leren

14. De kandidaat kan het eigen leren verbinden met verantwoordelijkheid, motivatie en zelfdiscipline. De kandidaat kan feedback van anderen en de eigen waarden betrekken bij het formuleren van eigen leerdoelen, zowel op het gebied van vakinhoud als persoonlijke en professionele ontwikkeling.

Subdomein C3. Kwaliteitsbewustzijn

15. De kandidaat kan de kwaliteit van processen en producten *benoemen en beoordelen* en kan het bereiken van een goed en concreet eindresultaat prioriteit geven, *rekening houdend* met eisen van kwaliteit en planning en de eisen van de opdrachtgever.

Subdomein C4. Projecten uitvoeren

16. De kandidaat kan in samenspraak met een (potentiële) klant in een projectplan de relevantie van diens vraag beschrijven, de benodigde (voor)kennis in kaart brengen en een *realistisch voorstel doen* voor een *aanpak*, mogelijke resultaten, een taakverdeling en een tijdsplanning. De kandidaat kan in samenspraak met betrokkenen een project uitvoeren, bijstellen en afronden.

Domein C: Kernkwaliteiten

Subdomein C1. Ontwikkelen als persoon en professional

13. De kandidaat kan zijn zwakke en sterke kanten en de ontwikkeling daarvan benoemen en deze in verband brengen met het werken aan projecten en in het perspectief plaatsen van toekomstige studie en beroep. De kandidaat geeft daarbij blijk van overtuigingen, identiteit en betrokkenheid; hij kan op basis daarvan voor zichzelf realistische doelen stellen *en die afstemmen met doelen van anderen*.

Subdomein C2. Leren

14. *De kandidaat kan eigen leerstrategieën en die van anderen herkennen* en verbinden met verantwoordelijkheid, motivatie en zelfdiscipline. De kandidaat kan feedback van anderen en de eigen waarden betrekken bij het formuleren van eigen leerdoelen, zowel op het gebied van vakinhoud als persoonlijke en professionele ontwikkeling.

Subdomein C3. Kwaliteitsbewustzijn

15. De kandidaat kan de theoretische en praktische kwaliteit van processen en producten *analyseren en erop reflecteren* en kan *acties afwegen en inzetten* om de vereiste kwaliteit te bereiken. De kandidaat kan het bereiken van een goed en concreet eindresultaat prioriteit geven *en daarbij wetenschappelijk beargumenteerde afwegingen maken tussen verschillende belangen*, eisen van kwaliteit en planning en de eisen van de opdrachtgever.

Subdomein C4. Projecten uitvoeren

16. De kandidaat kan in samenspraak met een (potentiële) klant in een projectplan de relevantie van diens vraag beschrijven, de benodigde (voor)kennis in kaart brengen en *realistische voorstellen te genereren* voor een *aanpak*, een taakverdeling en een tijdsplanning. De kandidaat kan in samenspraak met betrokkenen een project uitvoeren, bijstellen en afronden *op basis van zelf geformuleerde oplossingsstrategieën*.

Subdomein C5. Kennis verwerven, selecteren en toepassen

17. De kandidaat kan relevante natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten, methoden en technieken *herkennen*, zich eigen maken en inzetten bij het werken aan projecten in een of meer van de werelden van bèta-techniek.

Subdomein C6. Werken in de werelden van bèta-techniek

18. De kandidaat kan het werken in bèta-technische beroepen in een of meer van de werelden van bèta-techniek karakteriseren met behulp van daarin gangbare vraagstellingen, methoden en technieken.

Domein D: Werelden van bèta-techniek

Subdomein D1. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Science & Exploration

19. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij *toegepast* onderzoek en de ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van ICT, gezondheid, astronomie en ruimtevaart, (integrale) veiligheid, industrie, energievoorziening, wonen of mobiliteit.

Subdomein D2. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Water, Energie & Natuur

20. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van watermanagement, energievoorziening, energiegebruik, natuurbeheer of natuurontwikkeling.

Subdomein D3. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Mobiliteit & Ruimte

21. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van transport, vervoer en verkeer, landschapontwikkeling of inrichting van de publieke ruimte en bedrijfsruimtes.

Subdomein C5. Kennis verwerven, selecteren en toepassen

17. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten, methoden en technieken *activeren*, op basis van *relevantie selecteren*, zich eigen maken en inzetten bij het werken aan projecten in een of meer van de werelden van bèta-techniek.

Subdomein C6. Werken in de werelden van bèta-techniek

18. De kandidaat kan het werken in bèta-technische beroepen in een of meer van de werelden van bèta-techniek karakteriseren met behulp van daarin gangbare denkwijzen, vraagstellingen, *wetenschappelijke* methoden en technieken.

Domein D: Werelden van bèta-techniek

Subdomein D1. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Science & Exploration

19. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij *fundamenteel wetenschappelijk* onderzoek en de ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van ICT, gezondheid, astronomie en ruimtevaart, (integrale) veiligheid, industrie, energievoorziening, wonen of mobiliteit.

Subdomein D2. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Water, Energie & Natuur

20. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van watermanagement, energievoorziening, energiegebruik, natuurbeheer of natuurontwikkeling.

Subdomein D3. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Mobiliteit & Ruimte

21. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van transport, vervoer en verkeer, landschapontwikkeling of inrichting van de publieke ruimte en bedrijfsruimtes.

Subdomein D4. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Voeding & Vitaliteit

22. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van voedselproductie, voedselbereiding, voedingspatronen, sport en ontspanning in relatie tot veiligheid, lichamelijke en geestelijke gezondheid of welzijn van mensen.

Subdomein D5. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Market & Money

23. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van (digitale) veiligheid, logistiek, economische modellen, productontwikkeling of productverbetering.

Subdomein D6. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Mens & Medisch

24. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van de gezondheidszorg: preventie, bescherming, diagnose, genezing, verzorging, revalidatie of welzijn van mens en dier.

Subdomein D7. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Lifestyle & Design

25. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en deze toepassen bij de ontwikkeling van (innovatieve) technologieën op het gebied van entertainment, kunst, recreatie en ambachtelijke of industriële productontwikkeling van gebruiksvoorwerpen, kleding of inrichting van woon- en werkomgevingen.

Subdomein D4. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Voeding & Vitaliteit

22. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van voedselproductie, voedselbereiding, voedingspatronen, sport en ontspanning in relatie tot veiligheid, lichamelijke en geestelijke gezondheid of welzijn van mensen.

Subdomein D5. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Market & Money

23. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van (digitale) veiligheid, logistiek, *kwalietshantering*, economische modellen, productontwikkeling of productverbetering.

Subdomein D6. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Mens & Medisch

24. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van de gezondheidszorg: preventie, bescherming, diagnose, genezing, verzorging, revalidatie of welzijn van mens en dier.

Subdomein D7. Onderzoek en ontwerp in de wereld van Lifestyle & Design

25. De kandidaat kan in een onderzoeks- of ontwerpdracht relevante kennis verzamelen en *analyseren* en deze toepassen bij (*exploratief*) *onderzoek* en ontwikkeling van innovatieve technologieën op het gebied van entertainment, kunst, recreatie en ambachtelijke of industriële productontwikkeling van gebruiksvoorwerpen, kleding of inrichting van woon- en werkomgevingen.