



Computational thinking

Denkvaardigheden en technologie richting programmeren

Inhoudslijst met aanbodsdoelen voor het primair onderwijs

Conform leerplankader onderbouw vo

Gebaseerd op de eindtermen van relevante vakken in de bovenbouw vo (alle sectoren)*

fase 1	fase 2	fase 3	fase 4	fase 5
Probleem herformuleren				
<p><i>aanbodsdoelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – praten met elkaar over hoe 'problemen' opgelost worden met een computer – praten met elkaar hoe een probleem opgelost kan worden met een computer – verkennen van de mogelijkheden om problemen op te lossen met een computer – praten over genomen beslissingen, gevonden oplossingen en de meerwaarde van de computer hierbij 	<p><i>aanbodsdoelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – formuleren van problemen op een manier die ons in staat stelt om een computer te gebruiken en andere hulpmiddelen om deze problemen op te lossen – verkennen of een probleem opgelost kan worden met een computer – terugblikken op de genomen beslissingen, de gevonden oplossingen en de meerwaarde van de computer hierbij 	<p><i>aanbodsdoelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – formuleren van problemen op een manier die ons in staat stelt om een computer te gebruiken en andere hulpmiddelen om deze problemen op te lossen – verkennen of een probleem opgelost kan worden met een computer – reflecteren op de genomen beslissingen/stappen, de gevonden oplossingen en de meerwaarde van de computer hierbij 	<p><i>De leerling:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan op een zodanige manier problemen formuleren dat het mogelijk wordt om het probleem op te lossen door gebruik van een computer of ander gereedschap – kan mogelijke oplossingen analyseren om de meest kansrijke richting te bepalen 	<p><i>De leerling:</i></p> <p>KERN n.v.t.</p> <p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan problemen in diverse vakgebieden, in het bijzonder de natuurwetenschappen, en in alledaagse situaties formuleren en analyseren in wiskundige termen – kan historische vraagstukken herformuleren, bijvoorbeeld in termen van verandering en continuïteit <p><i>vmbo-gt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan maatschappelijke vraagstukken herformuleren ten behoeve van nadere analyse <p><i>vmbo-gt en -kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan problemen in alledaagse situaties formuleren in wiskundige termen <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan problemen in alledaagse situaties formuleren in wiskundige termen

Gegevens verzamelen

Werken met gegevens voor digitaal gebruik

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – verzamelen van gegevens 	<ul style="list-style-type: none"> – verzamelen van gegevens – selecteren van bruikbare gegevens uit een gegevensverzameling 	<ul style="list-style-type: none"> – verzamelen van gegevens – selecteren van bruikbare gegevens uit een gegevensverzameling – genereren van een gegevensverzameling 	<ul style="list-style-type: none"> – kan procesmatig relevante gegevens verzamelen – kan systematisch gegevens verzamelen via artikelen, experimenten, interviews, enquêtes of literatuurstudie 	<p>KERN <i>vmbo-gt en –kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan door middel van metingen gegevens verzamelen, zoals conditiemetingen bij lichamelijke opvoeding <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan door middel van metingen gegevens verzamelen, zoals conditiemetingen bij lichamelijke opvoeding <p>KEUZE <i>vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan op basis van een onderzoeksopzet gegevens verzamelen door middel van experimenten of veldonderzoek, bijvoorbeeld in de natuurwetenschappen <p><i>havo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan aan de hand van instructies gegevens verzamelen door middel van experimenten of veldonderzoek, bijvoorbeeld in de natuurwetenschappen <p><i>vmbo-gt en –kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan gegevens verzamelen met behulp van meetprogramma’s op de computer <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan gegevens verzamelen met behulp van meetprogramma’s op de computer

Gegevens verzamelen

Werken met gegevens voor digitaal gebruik

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – realiseren wat een eenvoudig patroon is – herkennen van voornamelijk visuele patronen zoals in dans, muziek en afbeeldingen – voortzetten en maken van patronen in concrete situaties – ordenen van voorwerpen op één of meer zichtbare (of onzichtbare) eigenschappen – conclusies trekken uit 'als-dan' redeneringen 	<ul style="list-style-type: none"> – onderzoeken en herkennen van patronen zoals in vorm, kleur, grammatica en spelling in concrete situaties – herkennen van patronen in formeel abstracte representaties van de werkelijkheid – beoordelen van (zoek-)resultaten op het voorkomen van patronen 	<ul style="list-style-type: none"> – onderzoeken van de aanwezigheid van patronen in concreet formele en formeel abstracte situaties – herkennen en beschrijven van patronen in abstracte situaties zoals cijferreeksen – ervaren van specifieke representaties van gegevens, verklaren en ontcijferen van deze verbanden zoals in geheimschrift en morse – ontdekken van te vereenvoudigen patronen 	<ul style="list-style-type: none"> – kan gegevens logisch ordenen en begrijpen – kan patronen vinden en conclusies trekken – kan grafieken evalueren en relevante statistische methodes toepassen 	<p>KERN</p> <ul style="list-style-type: none"> – n.v.t. <p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan (omvangrijke hoeveelheden) gegevens uit verschillende vakgebieden, bijvoorbeeld resultaten van experimenten of van veldonderzoek, op basis van kennis van het vakgebied en van statistiek samenvatten, interpreteren, analyseren en van conclusies voorzien

				<p><i>vmbo-gt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kent enkele applicaties om de uitvoering van een eenvoudig onderzoek te ondersteunen en kan deze applicaties gebruiken om gegevens te analyseren <p><i>vmbo-gt en –kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan grafische voorstellingen van gegevens analyseren en op basis daarvan verwachtingen uitspreken en conclusies trekken <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan grafische voorstellingen van gegevens analyseren en op basis daarvan verwachtingen uitspreken en conclusies trekken
--	--	--	--	--

Gegevens verzamelen

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – weergeven van verzamelde gegevens in een eenvoudige visuele representatie 	<ul style="list-style-type: none"> – weergeven van verzamelde gegevens in passende grafieken, lijsten, teksten en plaatjes – bepalen van een passende gegevensrepresentatievorm bij een situatie 	<ul style="list-style-type: none"> – weergeven van verzamelde gegevens in passende kaart, tabel of grafiek en hieruit conclusies trekken omtrent een situatie – geschikt maken van verschillende soorten gegevens voor gebruik met de computer (bijv. binaire codes) 	<ul style="list-style-type: none"> – kan gegevens representeren door middel van modellen van de werkelijkheid – kan informatie weergeven in relevante grafieken, tabellen, woorden en plaatjes – kan uit een verzameling de meest effectieve representatie selecteren – kan misleiding in grafische representaties onderkennen – kan conclusies manipuleren door middel van het selecteren van een bepaalde vorm van representatie 	<p>KERN</p> <ul style="list-style-type: none"> – n.v.t. <p>KEUZE</p> <p><i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan de computer gebruiken bij visualiseren van verschijnselen en processen uit verschillende vakgebieden <p><i>vmbo-gt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kent enkele applicaties om de uitvoering van een eenvoudig onderzoek te ondersteunen en kan deze applicaties gebruiken onderzoeksresultaten te presenteren <p><i>vmbo-gt en –kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan grafische voorstellingen van gegevens maken <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan grafische voorstellingen van gegevens maken

Probleemdecompositie

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – opdelen van een eenvoudige taak in deeltaken – plaatsen van (deel-)opdrachten in een logische volgorde – benoemen van onderdelen van een voorwerp als delen van een groter geheel (bijv. bij een vliegtuig of plant) 	<ul style="list-style-type: none"> – opdelen van een taak in enkele deeltaken – opdelen van een concreet probleem in enkele deelproblemen – plaatsen van deelopdrachten in een logische volgorde – opdelen van een proces in verschillende stappen en waar mogelijk elke stap weer in deelstappen 	<ul style="list-style-type: none"> – opdelen van een grotere en meer complexe taak in een aantal deeltaken (bijv. bij een zaakvak, werkstuk, regie van film of lesstof) – omzetten van een concreet probleem in een passende visuele weergave (bijv. stappenschema) – uitwerken van deelopdrachten en de opbrengsten samenstellen tot een eindproduct 	<ul style="list-style-type: none"> – kan een taak opdelen in kleinere taken – kan een lange lijst met opdrachten opdelen in subcategorieën – kan een aantal taken combineren tot één taak 	<p>KERN</p> <p><i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan probleemdecompositie toepassen bij het opdelen van taken in deeltaken in een bepaald vakgebied, zoals bij het opstellen van een trainingsprogramma bij lichamelijke opvoeding

		<ul style="list-style-type: none"> - checken of geen belangrijk deel gemist of vergeten wordt bij het uitvoeren van deelopdrachten 		<p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kan probleemdecompositie toepassen bij het ontwerp van dingen in diverse vakgebieden, zoals bij digitale artefacten - kan probleemdecompositie toepassen bij beschrijving van processen in diverse vakgebieden, zoals industriële processen <p><i>vmbo-gt en -kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kan een verband leggen tussen de samenstelling van dingen en probleemdecompositie, zoals bij levende organismen - kan probleemdecompositie toepassen bij beschrijving van processen in diverse vakgebieden, zoals het proces dat leidt van grondstof tot eindproduct in de winkel <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kan een verband leggen tussen de samenstelling van dingen en probleemdecompositie, zoals bij de samenstelling van levende organismen - kan probleemdecompositie toepassen bij beschrijving van processen in diverse vakgebieden, zoals het proces dat leidt van grondstof tot eindproduct in de winkel
--	--	---	--	--

Automatisering

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> - herkennen van de herhaling van taken in verschillende situaties - beseffen dat een computer een taak eindeloos kan herhalen (bijv. in oefeningen) 	<ul style="list-style-type: none"> - herkennen van voorbeelden van terugkerende taken waarvoor een computer wordt ingezet - vergelijken van resultaten van handelingen die handmatig of door apparaten zijn uitgevoerd - voorbeelden geven van geautomatiseerde systemen in het dagelijkse leven 	<ul style="list-style-type: none"> - analyseren van een taak en hier een repeterende deeltaak of deeltaken uithalen waarbij een computer behulpzaam kan zijn - onderzoeken op welke manier (een onderdeel van) een computerprogramma kan ondersteunen bij een telkens terugkerende taak of handeling - benoemen van voor en nadelen van het geautomatiseerd uitvoeren van taken 	<ul style="list-style-type: none"> - kan door het opstellen van een serie van geordende stappen een probleem oplossen of een bepaald doel bereiken - kan effectieve en efficiënte stappen zetten en bronnen gebruiken om tot een uiteindelijke oplossing te komen - kan mogelijke oplossingen identificeren, analyseren en implementeren met als doel de meest effectieve en efficiënte oplossing te vinden - kan repetitieve taken laten uitvoeren door computers 	<p>KERN</p> <ul style="list-style-type: none"> - n.v.t. <p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kan in een context mogelijkheden zien voor het inzetten van ICT - kan mogelijkheden en beperkingen van ICT inschatten <p><i>vmbo-gt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - heeft inzicht in de plaats en mogelijkheden van ICT in diverse beroepssectoren

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – op volgorde zetten van instructies of regels (als basis van een sequentieel algoritme) – begrijpen dat bepaalde reeksen een logische ordening kennen – uitvoeren van een taak door stap voor stap een reeks handelingen uit te voeren – opvolgen van logische reeksen van instructies (zowel sequentieel als herhalend) – geven van een reeks instructies aan een ander (mondeling of via symbolen) voor het uitvoeren van een bepaalde taak – uit een reeks halen van een foute stap of instructie en deze vervangen door een juiste – voorspellen van gedrag bij de werking van simpele (computer-)programma's door logisch te redeneren – plaatsen van (deel-)opdrachten in een logische volgorde 	<ul style="list-style-type: none"> – kennismaken met de betekenis van het begrip 'algoritme' – ervaren dat een algoritme een lijst van instructies is die leidt tot een bepaald resultaat – ervaren dat de situatie bepaalt of een algoritme bruikbaar is – begrijpen dat computerprogramma's iets uitvoeren door het volgen van precieze en ondubbelzinnige instructies – maken van een simpel algoritme in een concrete situatie met een vaste van te voren bepaalde set instructies – ervaren hoe complex het is om echte problemen op te lossen door middel van algoritmes als basis voor een programma – representeren en communiceren van een algoritme door middel van codes en symbolen – onderzoeken van een reeks instructies of regels en oplossen van mogelijke fouten in deze reeks – gebruik maken van een 'als-dan' constructie bij het beschrijven van stappen in een proces – creëren van eenvoudige reeksen van instructies die leiden tot een bepaald doel 	<ul style="list-style-type: none"> – maken van een herbruikbaar algoritme voor een probleem – beoordelen van verschillende algoritmes op werking en bruikbaarheid in een bepaalde situatie – oplossen van een probleem door het formuleren van een eigen set instructies – identificeren van algoritmes als procedures bij rekenen en taal – verklaren van de werking van eenvoudige algoritmes door logisch redeneren – ontdekken van fouten in algoritmes door logisch te redeneren en verbeteren hiervan (debugging) – opdoen van praktische ervaring met een programmeeromgeving (software) – beschrijven van een herhalingslus met een vast aantal herhalingen – verbinden van het begrip 'algoritme' aan alledaagse situaties – ervaren dat een beschrijving van een algoritme helder kan lijken maar wellicht nog steeds verkeerd 'begrepen' kan worden (door een ander of door de computer) en vraagt om een duidelijker formulering – ontwikkelen en schrijven van eenvoudige computercode 	<ul style="list-style-type: none"> – kan door algoritmisch redeneren oplossingen genereren – kan oplossingen automatiseren door middel van algoritmisch denken – kan een computerprogramma schrijven in code – kan een proces om problemen op te lossen generaliseren, zodat het ook bij andere problemen toegepast kan worden 	<p>KERN <i>vmbo-gt en –kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan algoritmen uitvoeren, zoals bij het volgen van de regels van een spel <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan algoritmen uitvoeren, zoals bij het volgen van de regels van een spel <p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan in diverse vakgebieden procedures en processen in de vorm van een algoritme beschrijven, zoals het oplossen van een wiskundige vergelijking of eiwitsynthese op basis van DNA – kan processen in diverse vakgebieden aanpassen, zoals bij een ketenanalyse voor een chemisch proces – kan in diverse vakgebieden algoritmen ontwerpen, zoals bij oplossing van een wiskundige vergelijking of de constructie van meet-, stuur- en regelsystemen – kan, voor een gegeven doelstelling, programmacomponenten ontwikkelen in een imperatieve programmeertaal <p><i>vmbo-gt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – heeft inzicht in enkele eenvoudige programmeertechnieken en kan dit inzicht toepassen bij de ontwikkeling van een eenvoudig computerprogramma <p><i>vmbo-kb en bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan een flowchart maken

Parallellisatie

<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>aanbodsdoelen:</i>	<i>De leerling:</i>	<i>De leerling:</i>
<ul style="list-style-type: none"> – ervaren dat door handelingen gelijktijdig uit te voeren een taak sneller uitgevoerd kan worden 	<ul style="list-style-type: none"> – identificeren van handelingen die binnen een uit te voeren taak gelijktijdig uitgevoerd kunnen worden 	<ul style="list-style-type: none"> – een complexe opdracht in zo kort mogelijke tijd tot een goed einde brengen door zoveel mogelijk handelingen gelijktijdig uit te voeren 	<ul style="list-style-type: none"> – kan een planning maken en taken toewijzen aan teamleden tijdens een project – kan middelen op een dergelijke wijze organiseren dat het mogelijk wordt om ze simultaan in te zetten om een gezamenlijk doel te bereiken – kan taken gelijktijdig laten uitvoeren door computers 	<p>KERN</p> <ul style="list-style-type: none"> – n.v.t. <p>KEUZE</p> <ul style="list-style-type: none"> – n.v.t.

aanbodsdoelen:	aanbodsdoelen:	aanbodsdoelen:	De leerling:	De leerling:
<ul style="list-style-type: none"> – omzetten van eenvoudige concrete situaties in eigen woorden uitleggen – onderscheiden van elementaire kenmerken van een voorwerp – selecteren van het belangrijkste dat nodig is voor het uitvoeren van een taak 	<ul style="list-style-type: none"> – begrijpen van de betekenis van 'abstractie' – herkennen van belangrijke elementen in een proces, verhaal of foto – identificeren van verschillen in vergelijkbare situaties en deze in versimpelde termen benoemen – herkennen en gebruiken van verschillende geabstraheerde verschijningsvormen (zoals plattegrond/kaart of begrip/concept) 	<ul style="list-style-type: none"> – beschrijven hoe apparaten en digitale instrumenten werken door de hoofdlijnen en belangrijkste componenten aan te geven – weergeven van de werkelijkheid in een conceptueel model 	<ul style="list-style-type: none"> – kan complexiteit reduceren en algemene concepten overbrengen – kan twee verschillende concepten vergelijken en deze logisch verbinden – kan op abstract niveau gegevens representeren door middel van bijvoorbeeld modellen en simulaties 	<p>KERN <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan in een bepaald vakgebied werkelijkheid beschrijven met gebruikmaking van vakspecifieke conceptuele modellen, zoals interpretatie van literaire teksten aan de hand van stromingen in de literatuur <p><i>vmbo-gt en -kb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan de relatie tussen fictie en de werkelijkheid toelichten <p><i>vmbo-bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan de relatie tussen fictie en de werkelijkheid toelichten <p>KEUZE <i>havo en vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan in diverse vakgebieden situaties schematiseren, zoals telproblemen bij wiskunde – kan in diverse vakgebieden met behulp van vakspecifieke concepten verklaringen geven van verschijnselen en situaties en voorspellingen doen <p><i>vmbo-gt, -kb en -bb:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan in diverse vakgebieden een keuze maken uit beschikbare vakspecifieke conceptuele modellen om daarmee berekeningen te doen of redeneringen op te zetten, bijvoorbeeld in de natuurkunde – kan in diverse vakgebieden gebruik maken van abstracte weergaven van de werkelijkheid, bijvoorbeeld kaarten en atlanten – kan in diverse vakgebieden met behulp van vakspecifieke concepten beschrijvingen en toelichtingen geven van verschijnselen en situaties

aanbodsdoelen:	aanbodsdoelen:	aanbodsdoelen:	De leerling:	De leerling:
<ul style="list-style-type: none"> – simulaties uitvoeren door een probleemsituatie na te spelen 	<ul style="list-style-type: none"> – herkennen van simulaties (bijv. spelletjes) ook in relatie tot de werkelijkheid – onderzoeken van de bruikbaarheid van een gevonden oplossing voor een probleem in andere situaties 	<ul style="list-style-type: none"> – een simulatie uitvoeren van een eenvoudig proces in een geschikte simulatieomgeving (computerprogramma) – een model maken voor een bepaald probleem 	<ul style="list-style-type: none"> – kan een proces representeren of een experiment uitvoeren op basis van modellen – kan een routebeschrijving uitvoeren om te controleren of die klopt – kan een routebeschrijving maken 	<p>KERN <i>vwo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – kan een wiskundig model opstellen en gebruiken bij het oplossen van problemen uit diverse vakgebieden, zoals natuurwetenschappen en economie

– onderzoeken en beschrijven van het model dat achter een eenvoudig computerspel ligt

– kan een probleemoplossing generaliseren en toepassen op andere problemen

KEUZE

vwo:

- kan ten behoeve van een bepaalde doelstelling een simulatie doen van een proces, bijvoorbeeld een toevalsproces met als doel kansen te bepalen
- kan met behulp van een wiskundig model of een simulatie de grenzen van de toepasbaarheid en betrouwbaarheid van een conceptueel model beoordelen

havo en vwo:

- kan in natuurkundige contexten onderzoek doen door middel van modelstudies en de modeluitkomsten analyseren en interpreteren
- kan de computer gebruiken bij modelleren en visualiseren van verschijnselen en processen

vmbo-gt:

- kan van driedimensionale figuren met de computer modellen maken

vmbo-gt en -kb:

- kan problemen oplossen waarin verbanden tussen variabelen een rol spelen, en daarbij geschikte wiskundige modellen gebruiken
- kan de computer gebruiken om met applets en simulaties onderzoek te doen, bijvoorbeeld bij natuurkunde

vmbo-bb:

- kan problemen oplossen waarin verbanden tussen variabelen een rol spelen, en daarbij geschikte wiskundige modellen gebruiken
- kan de computer gebruiken om met applets en simulaties onderzoek te doen, bijvoorbeeld bij natuurkunde

** Deze beschrijving is gebaseerd op de eindtermen van vakken uit het gemeenschappelijke deel en het profieldeel van de examens en op de informaticavakken in vmbo, havo en vwo. De leerdoelen van het kerndeel zijn gebaseerd op de eindtermen van de gemeenschappelijke vakken (= Nederlands, Engels, vwo: tweede moderne vreemde taal of Grieks/Latijn, maatschappijleer, kunst en lichamelijke opvoeding) en die uit het keuzedeel zijn gebaseerd op de overige vakken.*