



Computational thinking

Denkvaardigheden bij programmeren

onderwijsdoelen PO:

fase 1

fase 2

fase 3

Probleem (her)formuleren

(Her)formuleren van een probleem zodat een computer het kan oplossen

aanbodsdoelen:

- 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 en gevonden oplossingen (bijv. Wat is de meerwaarde van de computer geweest?)

- 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 en de gevonden oplossingen (bijv. Wat is de meerwaarde van de computer geweest?)

- 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 en de gevonden oplossingen (bijv. Wat is de meerwaarde van de computer geweest?)

voorbeeldactiviteiten:

- Zoeken en vinden van het gewenste videofilmje van bijv. K3
- ...

- Een zoekvraag formuleren om in te typen en een zoekvraag formuleren om in te spreken
- ...

- ...

Gegevens verzamelen

Gegevens verzamelen

aanbodsdoelen:

- verzamelen van gegevens

- verzamelen van gegevens
- selecteren van bruikbare gegevens uit een gegevensverzameling

- verzamelen van gegevens
- selecteren van bruikbare gegevens uit een gegevensverzameling
- genereren van een gegevensverzameling

Gegevens analyseren

Gegevens logisch ordenen en begrijpen

Patronen vinden en conclusies trekken

aanbodsdoelen:

- realiseren wat een eenvoudig patroon is
- herkennen van voornamelijk visuele patronen (in dans, muziek en afbeeldingen)
- voortzetten en maken van patronen in concrete situaties
- ordenen van voorwerpen op één of meer zichtbare (of onzichtbare) eigenschappen

- onderzoeken en herkennen van patronen zoals in vorm, kleur en model in concrete situaties
- herkennen van patronen in formeel abstracte representaties van de werkelijkheid
- beoordelen van (zoek-)resultaten op het voorkomen van patronen

- onderzoeken van de aanwezigheid van patronen in concreet formele en formeel abstracte situaties
- herkennen en beschrijven van patronen in abstracte situaties (bijv. cijferreeksen)
- ervaren van specifieke representaties van gegevens, verklaren en ontcijferen van deze verbanden (bijv. geheimschrift, morse, logische en verklaarbare cycli in natuur en techniek)
- ontdekken van te vereenvoudigen patronen

Gegevens visualiseren

Gegevens weergeven in een passende vorm

aanbodsdoelen:

- weergeven van verzamelde gegevens in een eenvoudige visuele representatie
-

- weergeven van verzamelde gegevens in passende grafieken, lijsten, teksten en plaatjes
- bepalen van een passende gegevensrepresentatievorm bij een situatie

- 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)

Bij Gegevens verzamelen, analyseren en visualiseren

voorbeeldactiviteiten:

- Objecten/symbolen sorteren op makkelijk te identificeren kenmerken, zoals op kleur of vorm
- Ordenen van gebeurtenissen in een logische volgorde
- Aantal stuks fruit ordenen en weergeven van de aantallen in een eenvoudige staafdiagram

- Reeksen figuren maken met regelmatige herhalingen daarin
- Cijferreeksen afmaken met een standaard rekenformule zoals telkens +2, telkens x3 of telkens +10-4
- Woorden sorteren en in volgorde zetten op vorm, inhoud en begrip

- Een vragenlijst ontwerpen voor het verzamelen van informatie om zicht te krijgen op een probleem of een antwoord te krijgen op onderzoeksvraag
- Opdrachten waarin gegevens zoals cijfers en letters gerepresenteerd worden door middel van binaire codes

Werken met gegevens voor digitaal gebruik

<ul style="list-style-type: none"> • Vlaggetjes kleuren in een eigen gemaakte herhalende reeks (patroon) • Onderzoeken welke speelgoedauto het snelst van een helling naar beneden rijdt en de volgorde van finishen weergeven in een tekening • Op een afbeelding voorwerpen met dezelfde eigenschap selecteren (groot/klein, dik/dun, lang/kort) • Passende tekening/afbeelding kiezen bij een geschetste situatie en uitleggen waarom deze keuze • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Een tabel maken met een overzicht van de lengte of het gewicht van alle leerlingen • Onderzoeken welke speelgoedauto het snelst van een helling naar beneden rijdt en de volgorde van finishen weergeven in een grafiek • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Door middel van een tabel inzichtelijk maken van het verband tussen lengte en gewicht van alle leerlingen in de groep • ...
--	---	--

Probleem decompositie

Probleem of taak opdelen in kleinere deelproblemen of deeltaken om de complexiteit te kunnen hanteren

aanbodsdoelen:

<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 – checken of geen belangrijk deel gemist of vergeten wordt bij het uitvoeren van deelopdrachten
--	---	---

voorbeeldactiviteiten:

<ul style="list-style-type: none"> • In de wintertijd over de passende kleding en kledingvolgorde vertellen • In een gesprek over het ontbijt benoemen wat je allemaal moet doen bij het maken hiervan en dit in een logische volgorde zetten • De route naar een plek in de school of een plek op een wegenkaart in stukjes opdelen en weergeven met behulp van een serie pijlen achter elkaar • Een af te leggen traject op een plattegrond of wegenkaart intoetsen in bijv. een Beebot • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • De onderdelen van bijv. een plant benoemen en opsplitsen in steeds kleinere delen • Een mindmap maken over een onderwerp en hier steeds gedetailleerdere informatie aan toevoegen • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • De uitvoering van een project in gang zetten door alle taken te benoemen en te plannen (bijv. een musical) • Bij het ontwikkelen en maken van een computerprogramma zoals een quiz het probleem opdelen en met behulp van een eenvoudige programmeertaal de antwoorden of oplossingen realiseren • ...
--	---	--

Automatisering

Inzicht hebben in de mogelijkheden van de computer voor het uitvoeren van (zichzelf herhalende of eentonige) taken

De computer gebruiken bij het verwerken/bewerken van gegevens

aanbodsdoelen:

<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
--	---	--

voorbeeldactiviteiten:

• ...	• ...	• ...
-------	-------	-------

Algoritmes en procedures

De werking van algoritmes verklaren als een serie geordende instructies of regels die stap voor stap worden uitgevoerd om een probleem op te lossen of een doel te bereiken

Eenvoudige algoritmes zelf ontwerpen en fouten hierin verbeteren

aanbodsdoelen:

<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) 	<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 	<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
--	--	---

<ul style="list-style-type: none"> - 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"> - 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"> - 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
---	---	---

voorbeeldactiviteiten:

<ul style="list-style-type: none"> • Op volgorde gaan staan (van bijv. groot naar klein) voor het verlaten van het klaslokaal • Bespreken en doorlopen van de dag a.d.h.v. dagritme kaarten • In een nette volgorde leggen van (school)spullen • Rollenspellen spelen waarin stap voor stap voor de situatie kenmerkende handelingen worden nagespeeld (bijv. winkel, tandarts, postagentschap) • Benoemen van de volgorde van stappen die op allerlei gebied en op allerlei momenten voorkomen: bijv. het klaarmaken van de lunch, naar de wc gaan, etc. • Het uitvoeren van een recept bij koken of bakken • Een set richtingaanwijzers maken die de weg aangeven van school naar enkele bekende punten in de buurt van de school • Op een afbeelding 'fouten' herkennen en aangeven (bijv. uit een daarvoor gemaakt prentenboek) • Uitvoeren van korte talige algoritmes zoals 'Maak 6 koprollen', 'Draai 2 rondjes', etc. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • De stappen van aankleden of tanden poetsen doornemen • De stappen van een levenscyclus en voedselketens in de juiste volgorde plaatsen • Opdrachten uitvoeren met programmeerbaar speelgoed of een robot zoals Bluebot, Makey makey of Makeblock • Ontwerpen van een bordspel en samenstellen van de spelregels bij het spel. Vervolgens klasgenoten het spel laten spelen en de regels waar nodig nog verfijnen. • Zoeken en beschrijven van als-dan constructies zoals "Ik ga naar buiten en als het regent dan doe ik een regenjas aan, als het heel zonnig is dan doe ik een zonnebril op" • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Formuleren van een algoritme bij bijv. vermenigvuldigen met 10, 100 of 1000 • Spelregels (instructies) schrijven hoe jouw favoriete sport wordt gespeeld • Keuze maken en beschrijven van het te volgen algoritme bij bijv. de wijze van aanschaffen van een nieuwe fiets • Een robot programmeren zodat deze door een labyrint zijn weg kan vinden naar de uitgang. • In een hiervoor gemaakt computerprogramma labyrintopdrachten uitvoeren • ...
---	---	--

Parallellisatie

Beseffen dat een computer taken gelijktijdig kan uitvoeren en dat het daardoor makkelijker en sneller gaat

Inzien van de consequenties van parallellisatie

aanbodsdoelen:

<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
--	---	--

voorbeeldactiviteiten:

<ul style="list-style-type: none"> • Bespreken en ervaren dat het tegelijk pakken van bijv. een schaar en lijmpot sneller gaat, dan ze een voor een pakken. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Bij een opdracht de kinderen eerst samen een planning te laten maken wie welke taak uitvoert en vervolgens aan de slag gaan • Een planning laten maken wie wanneer welke taak uitvoert • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Het bereiden van een maaltijd • ...
---	--	--

Abstractie

Complexe situaties eenvoudiger weergeven door het belangrijkste te benadrukken en details buiten beschouwing te laten om zo te komen tot de kern van een probleem

aanbodsdoelen:

<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 	<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
--	--	--

	– herkennen en gebruiken van verschillende geabstraheerde verschijningsvormen (zoals plattegrond/kaart of begrip/concept)	
<i>voorbeeldactiviteiten:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Winkeltje spelen in een rollenspel en ervaren wat er bij het inrichten en werken/spelen in die winkel allemaal komt kijken. (Alle details samen vormen de winkel en het werken in die winkel) • Bij het maken van een model/werkstuk stel je het samen uit onderdelen (bijv. de romp, vleugels, landingsgestel en motoren vormen samen een vliegtuig) • Een strip maken waarbij het belangrijkste uit een verhaal wordt weergegeven • Aan de hand van voorwerpen in verschillende maten en kleuren ervaren dat het in de basis allemaal dezelfde vorm is (bijv. driehoek of vierkant) • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Een schoolweekrooster maken met sleutel informatie als abstractie van wat er in een week gebeurt • Bij aardrijkskunde op kaarten details weglaten en alleen de belangrijkste zaken plaatsen • Bij het maken van een verhaal eerst een plan maken met de hoofdlijnen en daarna dit uitwerken • Bij natuur en techniek onderzoeken wat het belangrijkste materiaal is om iets voor een bepaald doel geschikt te laten zijn • Luisteren naar een verhaal, de belangrijkste informatie eruit halen en van daaruit komen tot een passende titel voor het verhaal • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Computerspellen spelen en achterhalen hoe deze op hoofdlijnen functioneren • Nadat bij geschiedenis een bepaalde periode aan de orde is geweest, identificeren wat de belangrijkste thema's, gebeurtenissen, personen, etc. zijn die deze periode bepalen • ...

Simulatie en modellering

Een situatie (proces of idee) weergeven door middel van een model

Een experiment uitvoeren met behulp van een simulatiemodel

Oplossing voor een probleem generaliseren en toepasbaar maken op andere problemen

aanbodsdoelen:

– simulaties uitvoeren door een probleemsituatie na te spelen

– 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

– bedenken van voorwaarden bij het werken aan een eenvoudig computerprogramma
– een simulatie uitvoeren van een eenvoudig proces in een geschikte simulatieomgeving (computerprogramma)
– een model maken voor een bepaald probleem
– onderzoeken en beschrijven van het model dat achter een eenvoudig computerspel ligt

voorbeeldactiviteiten:

• ...

• Een eenvoudige animatie ontwerpen (en realiseren) om een bepaald proces te illustreren
• Een 'programma' maken dat reageert met een geluidje als je op een pictogram klikt (bijv. in ppt.)
• Opdrachten uitvoeren in eenvoudige programmeersoftware (zoals Logo, ScratchJr)
• ...

• Werken met software om eigen ontwerpen in te realiseren (zoals Minecraft)
• Werken met programmeersoftware zoals Scratch
• ...

Deze inhoudsleerlijn is geformuleerd in aanbodsdoelen. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat de leraar de leerlingen aanbiedt. Voor het hele basisonderwijs van groep 1 tot en met 8 is dit gedaan in drie fasen (fase 1, 2 en 3). Inhoudsleerlijnen met aanbodsdoelen vormen een curriculum fundament dat schoolteams (en/of andere partijen) de gelegenheid biedt onderwijsleerlijnen te ontwikkelen. De formulering in aanbodsdoelen maakt het mogelijk zelf keuzes te maken bij de vormgeving en verdere concretisering van die onderwijsleerlijnen. Naast een beredeneerd aanbod is hier ook ruimte voor beoogd leerlinggedrag (bijv. in (beheersings-)doelen of kinddoelen), activiteiten en te gebruiken lesmateriaal.