

Wetenschap- & techniekonderwijs

Neem het serieus,

Het belang van wetenschap- en techniekonderwijs wordt nog te veel met de mond beleden, betoogt Lou Slangen, lector ICT en techniek in het primair onderwijs (Fontys Pabo Limburg). Hij presenteert hier een manier om werkelijk opbrengstgericht te werken, met heldere doelen en serieuze toetsvormen.

Toetsen veranderen losse activiteiten in verantwoord onderwijs

Voor de basisschool zijn onder de noemer 'natuur en techniek' zeven kerndoelen geformuleerd, waaronder 'De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur' en 'De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren'.

Maar de opbrengst van wetenschap- en techniekonderwijs wordt nauwelijks getoetst. De Cito-eindtoets bevat weliswaar enkele vragen over wetenschap en techniek, maar de antwoorden op deze vragen worden niet meegewogen in het schooladvies. Zo wordt een valse start gemaakt als het gaat om het stimuleren

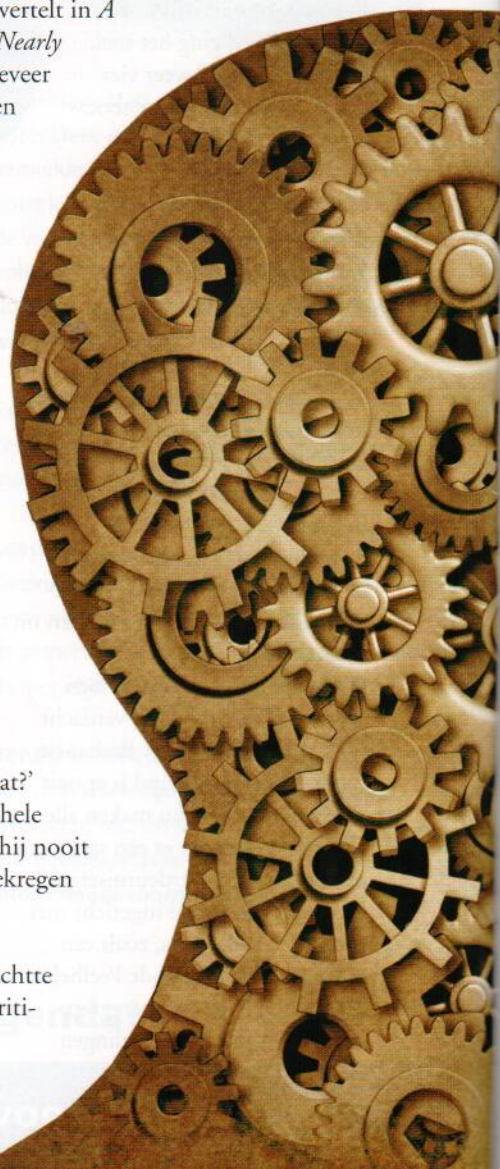
van jongeren voor opleidingen en beroepen in de bètatechniek.

We zijn ons ervan bewust dat toetsen niet zalmakend zijn en dat je moet oppassen voor 'teaching to the test'. Juist daarom moet er breed getoetst worden: zaken waarvan we zeggen dat we ze belangrijk vinden, moeten ook aan bod komen in gezaghebbende toetsen die daadwerkelijk gericht zijn op de domeinoverstijgende vaardigheden die bij wetenschap- en techniekonderwijs opgedaan worden.

Vragen stellen

Het moderne wetenschap- en techniekonderwijs legt veel nadruk op algemene doelen die de vakinhoud overstijgen. Daarmee verschilt het sterk van het vroegere wetenschap- en techniekonderwijs.

De beperkingen daarvan worden fraai geïllustreerd door een anekdote die Bill Bryson vertelt in *A Short History of Nearly Everything*. Ongeveer zestig jaar geleden kreeg hij als basisschoolleerling een boek waarin een plaatje van een open-gewerkte aardbol stond. Er werd beschreven uit welke lagen de aardkorst bestaat en dat de kern is gevormd door gloeiend ijzer. Hij vroeg zich verbaasd af: 'Hoe weten ze dat?' Gedurende zijn hele schooltijd heeft hij nooit een antwoord gekregen op die vraag. Het toenmalige onderwijs verwachtte blijkbaar geen kritische, vragende



ga toetsen

of onderzoekende houding van de leerling. Dat is tegenwoordig anders. Leerlingen worden nu juist geacht nieuwsgierig te zijn en bij nieuwe informatie vragen te stellen als: 'Wat betekent dit?', 'Kan dit wel kloppen?' en 'Snap ik dit?'

Dit zijn domeinoverstijgende vaardigheden voor het ontwikkelen van natuurwetenschappelijke kennis of, nog breder, voor algemene kennisontwikkeling. Als we dit soort vaardigheden serieus nemen, dan zouden deze doelen ook getoetst moeten worden op nationaal niveau.

We pleiten voor de ontwikkeling van adequate, onconventionele toetsen, die deze algemene en domeinoverstijgende vaardigheden - onderzoeken, ontwerpen, redeneren en communiceren - meten. Dat is nodig, want zo veranderen losse en onsamenhangende activiteiten in verantwoord onderwijs. Dit soort toetsen

zouden beschikbaar moeten zijn voor de dagelijkse onderwijspraktijk en dienen te passen in een systematiek zoals een leerlingvolgsysteem en de door de staatssecretaris voorgestelde centrale eindtoetsing.

Vormen van toetsing

We hebben de meest relevante domeinoverstijgende doelen geïnventariseerd. Daarbij onderscheiden we doelen die te maken hebben met onderzoeken en ontwerpen en doelen voor redeneren en communiceren (zie tabel). Deze twee categorieën overlappen elkaar deels, omdat redeneren en communiceren ook belangrijke vaardigheden zijn bij onderzoeken en ontwerpen.

Wij verwachten dat je prestaties van leerlingen op deze doelen kunt bepalen via verschillende vormen van toetsing. We geven hieronder doorkijkjes van drie toetsvormen.

Doelen voor wetenschap- en techniekonderwijs

Doelen voor onderzoeken en ontwerpen

Onderzoeken

- Experimenteren
- Nauwkeurig waarnemen
- Verzamelen van gegevens
- Kwantificeren (meten)
- Objectiveren
- Redeneren en communiceren in de context van onderzoek (bijv. concluderen, presenteren)

Ontwerpen

- Rekening houden met randvoorwaarden
- Plan / ontwerp maken (schets, model)
- Maken / bouwen / uitvoeren
- Testen
- Redeneren en communiceren in de context van ontwerpen (bijv. evalueren, presenteren)

Doelen voor redeneren en communiceren

Redeneren

- Kritisch houding (consistentie, logische samenhang, begrijpelijk, navolgbaar)
- Onderzoekende houding (waarom-vragen, hoe-vragen)
- Stellen van vragen (formuleren onderzoeksvragen)
- Ontwikkelen van verklaringen (verklaren)
- Leggen van verbanden
- Gebruiken van empirische gegevens

Communiceren

- Reageren op elkaars gedachten en activiteiten (discussieren / argumenteren / luister)
- Formuleren van conclusies
- Uitwerken van resultaten in een presentatie (gebruik maken van visualiseren, tabellen)
- Informatie vaardigheden (teksten lezen/verzamelen, hoofdzaak bijzaak)



Toetsvorm 1: observeren van onderwijsactiviteiten

Leerkrachten kunnen via observatie van activiteiten vaststellen welke prestaties leerlingen leveren. De resultaten gebruiken ze om hun onderwijs bij te stellen of om ontwikkelingsniveaus van leerlingen te duiden. Leeftijdgerelateerde referentiekaders zouden daarbij handig zijn. Wat kenmerkt bijvoorbeeld 'nauwkeurig observeren' in de onderbouw versus 'nauwkeurig observeren' in de midden- en bovenbouw? Een karakterisering van de ontwikkeling van nauwkeurig observeren bij leerlingen kan leiden tot meer opbrengstgerichte toetsing. In de praktijk is dit bijvoorbeeld mogelijk door groep 1-2 een experiment te laten doen met rozijnen in koolzuurhoudend water (beschrijving experiment: zie www.didactiefonline.nl). Wat zien de kleuters gebeuren?

Naast het expliciete doel (nauwkeurig waarnemen) kan ook aan andere doelen aandacht worden besteed. De leerkracht kan vaststellen welke leerlingen bepaalde inzichten beheersen. Hoe nauwkeurig leerlingen al kunnen waarnemen wordt duidelijk door wat ze erover kunnen zeggen, tekenen en wat ze doen of laten zien. Een referentiekader kan de leerkracht hierbij helpen. Een leerkracht die zich bewust is van deze processen en beschikt over objectieve criteria (eventueel via een genormeerd leerlingvolgsysteem), kan zo prestaties van leerlingen op overkoepelende doelen duiden.

Toetsvorm 2: onderzoeks- of ontwerpgerichte, schriftelijke toetsen

Met relatief eenvoudige taken, die leerlingen individueel uitvoeren, kun je domeinoverstijgende vaardigheden ook schriftelijk toetsen. Zo kun je werken met grotere groepen leerlingen. In de taak 'Rollende bal' (zie www.didactiefonline.nl) kunnen vaardigheden, zoals waarnemen, vergelijken, verzamelen van

gegevens, kwantificeren, ontwikkelen van verklaringen, experimenteren en stellen van vragen behandeld worden. De opdracht is eenvoudig. Leerlingen beantwoorden vragen over het

plannen en uitvoeren van een experiment met een bal. Hoe ver rolt een bal van een helling af en hoe kun je dat rollen beïnvloeden? Ze beantwoorden de vragen individueel en de leraar kan zo per kind een beoordeling geven.

Toetsvorm 3: denkvaardigheden en denkhoudingen meten

Wetenschap- en techniekonderwijs is ideaal voor het ontwikkelen van wat wel 'hogere orde denken' wordt

genoemd, zoals kritisch en creatief denken. Maar het toetsen blijkt niet zo eenvoudig. In de literatuur zien we grofweg twee benaderingen. De eerste richt zich op het logisch denken en het toetsen richt zich op formeel logisch redeneren, zoals in het volgende voorbeeld, ontleend aan de Cornell Class-Reasoning Test uit 1964 (zie www.didactiefonline.nl).

Stel dat je weet dat:

- Iedereen die in de buurt van het meer woont kan zwemmen.
- Geen van de leerlingen uit de klas van mevrouw Smit wonen in de buurt van het meer.

Is dit dan waar:

- Tenminste een deel van de leerlingen uit de klas van mevrouw Smit kan niet zwemmen.

Bij de tweede benadering staat het kritisch en zorgvuldig denken in echte toepassingssituaties centraal. Meestal wordt er een situatie geschetst waarvoor leerlingen een probleem moeten oplossen of uitspraken over moeten doen. Zo'n opdracht kan het kritisch lezen van een krantenartikel zijn. Of leerlingen kunnen reageren op een al dan niet gefingeerd onderzoeksverslag van een leeftijdsgenoot. Lastig bij dit type opgaven is dat het niet om een routineprobleem mag gaan, maar dat de leerling wel voldoende kennis van het onderwerp moet hebben om enige kans van slagen te hebben. Bij een opbrengstpeiling door en voor de eigen leraar lijkt dit nog wel te doen. Die weet immers wat welke onderwerpen de leerlingen vertrouwd zijn. Voor een nationale toets is dat veel lastiger, dan zullen er manieren bedacht moeten worden die waarborgen dat alle leerlingen in eenzelfde mate bekend zijn met de context van de probleemstelling.

Dit vereist dus nog wel het nodige werk. Maar volgens ons is die inspanning zeker gerechtvaardigd. Wanneer we meer aandacht willen voor domeinoverstijgende doelen voor onderzoeken, ontwerpen redeneren en communiceren, dan moeten er ook hulpmiddelen komen die leraren helpen bij het evalueren van onderwijsactiviteiten en het vaststellen van opbrengsten. Bovendien moet het belang van dergelijke doelen tot uitdrukking komen in eindtoetsen. ■

Dit artikel is gebaseerd op bijdragen van Koeno Gravemeijer, Hanno van Keulen, Ellen Rohaan, Rens Gresnigt, Martina van Uum, Rik Slakhorst en Marcel Gijsen, allen leden van de kenniskring van het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid (KWTZ).

Laat kleuters een experiment doen met rozijnen in koolzuurhoudend water