

Meer aandacht voor kwaliteit van wetenschap- en techniekonderwijs

Als opbrengst van het project verbreding techniek basisonderwijs [VTB] hebben rond 2010 ruim 2500 basisscholen wetenschap en techniek opgenomen in hun curriculum. Daarnaast zien we dat ook steeds meer scholen die niet aan het VTB-project deelnemen door het “virus” aangestoken worden en hun onderwijs-programma aanpassen.

Heldere maatstaven en criteria zijn nodig

In al deze 2500 basisscholen worden de uitgangspunten en essenties van wetenschap en techniek bestudeerd en wordt voor een bijpassende concrete vormgeving gekozen. Scholen kiezen immers een uitwerking, die het beste past bij de visie en concrete mogelijkheden van de eigen school. In die concrete uitwerkingen zien we een grote diversiteit. Sommige scholen werken aan de hand van een nieuwe methode of een kant-en-klare materialenbank, andere kiezen voor een thematische insteek. Er zijn scholen die een eigen set aan materialen selecteren en andere hebben wetenschap en techniek structureel geïntegreerd in de schoolvakken, of maken gebruik van bezoeken aan science-centra en bedrijven. Kernpunt bij al die varianten is het kinderen praktiserend kennis te laten maken met principes van onderzoeken en ontwerpen om zo onderliggende vaardigheden en kennis te ontwikkelen. Wetenschap en techniek wordt in veel scholen in de geest van deze opvattingen gerealiseerd. Ondanks alle goede intenties constateren we ook dat er in de praktijk uitwerkingen ontkiemen die niet sporen met de gangbare opvattingen over de essenties en uitgangspunten van het leren met wetenschap en techniek (Van Cuijk, 2008). Het doen van een proefje wordt dan al heel snel wetenschap of onderzoekend leren genoemd en iets maken is al meteen techniek of ontwerpen. Bij nadere beschouwing blijkt vaak dat leerkrachten de onderliggende concepten van het onderwijs in wetenschap en techniek nog onvoldoende kennen en kunnen toepassen. Veel leerkrachten

hebben behoefte aan duidelijke handvatten en criteria, om de kwaliteit van de uitvoering in hun praktijk vast te stellen. Regelmatig vragen scholen ook zelf om duidelijke criteria en richtlijnen. Het is daarom wenselijk om heldere maatstaven en criteria (benchmarks) te ontwikkelen die scholen ondersteunen bij het vaststellen van de kwaliteit van hun wetenschap- en techniekonderwijs. Zulke benchmarks moeten overigens niet als keurslijf gaan functioneren. Eerst moeten we vaststellen uit welke componenten zulke benchmarks opgebouwd kunnen worden. Als aanzet wil ik hier vanuit verschillende perspectieven naar invoering van wetenschap en techniek kijken.

Bij nadere beschouwing blijkt vaak dat leerkrachten de onderliggende concepten van het onderwijs in wetenschap en techniek nog onvoldoende kennen en kunnen toepassen.

Bronnen voor onderwijsinhouden

Een analyse van de kerndoelen voor natuur en techniek maakt duidelijk dat bij leerlingen zowel de ontwikkeling van kennis (feiten en inzichten) als de bekwaamheid in onderzoeken en ontwerpen nagestreefd wordt. De kerndoelen zijn echter te globaal geformuleerd en geven de leerkracht weinig specifieke richtpunten voor concreet onderwijs. De SLO heeft de kerndoelen nader gepreciseerd in de vorm van tussendoelen en leerlijnen (TULE; <http://tule.slo.nl>). De uitwerkingen van het SLO zijn slechts richtinggevend en voorbeeldmatig bedoeld en hebben dus niet de functie van onderwijsprogramma, methode of leerplan. In de toelichting op TULE wordt expliciet de verantwoordelijkheid bij de leraar gelegd, van wie vakkennis, ervaring, inventiviteit, creativiteit wordt verwacht. Ook is er geen gangbare praktijk om de prestaties van leerlingen in het hele domein van wetenschap en techniek te toetsen of te volgen, en waaruit we criteria zouden kunnen afleiden.

In de praktijk ontkiemen leerkrachten hun onderwijs voornamelijk aan wat via methodes en leermiddelen beschikbaar is. Daarbij is de impliciete aanname dat deze materialen een goede didactische vertaling vormen van wat er in de kerndoelen, landelijke toetsen, tussendoelen, leerlijnen en gangbare wetenschappelijke opvattingen met betrekking tot wetenschap en techniek is vastgelegd. Uitgevers van leermiddelen zijn daarmee het meest bepalend voor het concrete wetenschap- en techniekonderwijs. Zij geven meestal aan dat hun materialen



aan de kerndoelen of tussendoelen voldoen en sommigen verantwoordelijk dit zelfs zeer uitvoerig. De uitgever wil daarmee aan de gebruikers duidelijk maken dat zijn leermiddelen in principe geschikt zijn om leerlingen de relevante kennis en vaardigheden te laten ontwikkelen. Daar staat tegenover dat pas de laatste jaren meer complete leermiddelen, pakketten en methodes voor techniekonderwijs of combinaties met natuur en techniek verschijnen.

Wat leerlingen leren wordt dus vooral door inhoud van methodes en leermiddelen bepaald en dat legt een grote verantwoordelijkheid bij de keuze. Het is daarom wenselijk dat er ook voor de Nederlandse situatie een gemeenschappelijk inhoudelijk referentiekader wordt ontwikkeld, zoals dat in België door TOS 21 (Moens, 2008) en in de VS door ITEA (Dugger and Gilberti, 2007) is gedaan.

Helaas overschatten leerkrachten vaak de impact van het leerlingenmateriaal en onderschatten ze het belang van hun eigen rol en inbreng in het leerproces.

leerkrachtgerichte onderdelen. In de leerkrachtgerichte onderdelen staan onder meer de doelen die nagestreefd worden en welk onderwijsgedrag van de leerkracht wordt verwacht. Helaas overschatten leerkrachten vaak de impact van het leerlingenmateriaal en onderschatten ze het belang van hun eigen rol en inbreng in het leerproces. Het leerlingenmateriaal wordt dan gebruikt zonder begeleiding van de leerkracht, die tevreden is als de leerling technische of wetenschappelijke activiteiten onderneemt. Maar juist de leerkracht kan in de directe interactie met de leerling het beste vaststellen hoe het leerproces verloopt, welke knelpunten, leerkansen en (mis)concepties zich voordoen. De leerkracht kan dat alleen als hij ook zelf over voldoende kennis, inzichten en vaardigheden beschikt. Daarom mag van een professionele leerkracht verwacht worden dat deze zowel over didactische begeleidingsvaardigheden, een inhoudelijke repertoire (kennis en vaardigheden) en een professionele houding ten aanzien van wetenschap en techniek beschikt. Daarnaast dient de leerkracht goed te begrijpen wat de essenties van wetenschap- en techniekonderwijs zijn en hoe deze inzichten zich bij leerlingen kunnen ontwikkelen.

Ook wetenschappelijk onderzoek ondersteunt de aanname dat kennis van de leerkracht het leren van leerlingen versterkt (Rohaas e.a. 2008). De programmaraad van VTB-Pro (Kuijpers & Walma van der Molen, 2007) geeft aan dat ten

Kwaliteit van leraargedrag

Methodes en leermiddelen bevatten zowel leerling- als



Wetenschap en techniek als rijke leeromgeving

De invoering van wetenschap- en techniek wordt ook wel gemotiveerd vanuit de opvatting dat het een betere leeromgeving biedt voor leerlingen die, door de beperkingen van het reguliere onderwijs, onvoldoende op hun mogelijkheden en ontwikkeling aangesproken worden. Als beperkingen worden bijvoorbeeld genoemd de te sterke gerichtheid op cognitie (kennis en inzichten) en de bescheiden aandacht voor (praktische) vaardigheden, de verbaal-linguïstische of logisch-mathematische insteek van het onderwijs met weinig aandacht voor andere interesses en leerstijlen, de vakgerichte benadering die niet aansluit bij de natuurlijke beleving van de wereld. Aan wetenschap en techniek wordt impliciet een intrinsieke pedagogisch-didactische kracht toegedicht. Deze gedachte is overigens onjuist.

aanzien van de inhoudelijke kennis, vaardigheden en attitude van de leraar nog veel moet gebeuren en stimuleert daarom dat pabo studenten en leerkrachten op dit gebied zeer bewust aan hun persoonlijke ontwikkeling werken. Daarvoor is een globaal overzicht beschikbaar van relevante kennissystemen met bijbehorende concepten en een set van de benodigde procesvaardigheden voor onderzoeken en ontwerpen (de basisactiviteiten van wetenschap en techniek). Het is niet de bedoeling dat de leerkracht op een encyclopedische wijze over kennis en inzichten gaan beschikken. Het gaat over een bepaalde mate van binnen het domein "geletterd" zijn. Het kan namelijk niet zijn dat een leerkracht zegt: "Techniek dat is niks voor mij, daar heb ik geen kennis van!" en vervolgens overgaat tot de orde van de dag. Van professionele leerkrachten wordt verwacht dat ze de basiskennis en -vaardigheden hebben om onderzoekend en ontwerpend onderwijs te verzorgen. Zo een leerkracht zal leerlingen bijvoorbeeld laten onderzoeken wat er gebeurt als een rozijntje in een glas Seven-up valt of de leerlingen uitdagen een technische oplossing te ontwikkelen om een bal uit een diepe put te halen. In de eerste situatie laat de leerkracht de leerlingen bijvoorbeeld voorspellen, nauwkeurig observeren, meten en noteren, vergelijken en verklaringen beredeneren. In het tweede geval wordt creatief nagedacht over beschikbare materialen en werkingsprincipes om het probleem op te lossen, wordt een ontwerp geschetst, gebouwd en uitgetest. Zulke exercities leiden er toe dat leerkrachten in interactie met hun leerlingen rijke leerprocessen met de materiële wereld aangaan. Leermateriaal voor leerlingen kan niet functioneren als er geen leerkrachtgedrag is dat het leerproces van de leerling volgt en begeleidt. Er zouden duidelijkere eisen geformuleerd moeten worden voor de basiskwalificaties van de groepsleerkracht op het gebied van wetenschap en techniek.

Leermateriaal voor leerlingen kan niet functioneren als er geen leerkrachtgedrag is dat het leerproces van de leerling volgt en begeleidt.

Wetenschap en techniek kan namelijk ook te cognitief en te verbaal onderwezen worden. De verwachtingen ten aanzien van wetenschap- en techniekonderwijs lijken eerder met iets anders te maken te hebben. Wetenschap- en techniekonderwijs hieden een gelegenheid om een aantal hooggewaardeerde pedagogisch-didactische uitgangspunten te realiseren.

We herkennen deze uitgangspunten in sterke mate binnen het E.G.O.-concept. In essentie gaat wetenschap en techniek uit van een leerling die in de natuurlijke wereld zelf al verkennend (onderzoekend) fenomenen ontdekt en begrijpt. Diezelfde leerling vindt in die wereld ook allerlei kansen om constructivistisch (ontwerpend) aan de slag te gaan. Zo ervaart de leerling verbondenheid met de wereld waarvan hij fysiek deel uitmaakt, waarin de leerling sociaal wil functioneren en waaraan deze wil bijdragen. Door uit te gaan van de concrete wereld ontstaan kansen voor het ervaringsgericht leren dat start bij praktisch doen en ook pendelt naar denken, voor leren via verschillende zintuigen, kanalen en stijlen, voor aansluiten bij interesses en betekenisvol leren. Daarmee biedt het wetenschappelijk en technisch manipuleren aan de concrete wereld de fundamentele voor leer; namelijk welbevinden en betrokkenheid. Als de leerkracht deze concrete wereld benut om de leerlingen te laten onderzoeken en ontwerpen beschikt hij over een krachtig middel om motiverende en leerrijke contexten te creëren. Centrale vaardigheden en attitudes hebben te maken met het willen weten en willen kunnen. Deze grondhouding treffen we van nature aan bij kinderen. Terwijl kinderen "aan" de wereld leren, doen ze ervaringen op die de leerkracht inlevend en volgend in dialoog met hun verdiept, verbreedt en duidt. Zo een dialoog moet uitdagen, verrassen, contrasteren, vergelijken, vragen, evenwicht verstoren en vertrouwen geven vanuit een gelijkwaardige basishouding.

Het is daarmee het gebanteerde onderwijsconcept, en niet wetenschap en techniek in zichzelf, dat rijk onderwijs met en over wetenschap en techniek mogelijk maakt. Daarmee zijn het vaststellen van de uitgangspunten van het onderwijsconcept en de doelen van wetenschap en techniek van belang.

Terwijl kinderen “aan” de wereld leren, doen ze ervaringen op die de leerkracht inlevend en volgend in dialoog met hun verdiept, verbreedt en duidt.

Aspecten van benchmarks

Tot slot: De leraar en zijn leerlingen functioneren in een sociale samenleving die ingebed is in een alom aanwezige natuurlijke (fysische) wereld. Een bekwaame leerkracht benut de aangeboren interesses, die kinderen voor deze wereld hebben, zodat ze zich optimaal en harmonisch tot deelnemer aan deze wereld ontwikkelen. De leraar maakt daarbij gebruik van de spontane exploratiedrang van de leerling en geeft deze ruimte tot initiatief. De leraar kan een rijke leeromgeving creëren met behulp van middelen en materialen uit de natuurlijke omgeving van de leerling en uit het beschikbare aanbod in leer- en andere middelen. Het is tevens belangrijk dat een leraar de leerling met betrekking tot de fenomenen van deze natuurlijke wereld voorgaat in gedrag dat tot uitdrukking komt in echte nieuwsgierigheid, verwondering, inspiratie, onderzoekszin, ontwerpend handelen en probleem oplossingsgerichtheid. Van de leerkracht wordt daarvoor een basale deskundigheid verwacht ten aanzien van kennis en vaardigheden en didactische dialoog.

In lijn met het voorgaande betekent dit dat benchmarks voor het vaststellen van de kwaliteit van invoering van wetenschap en techniek aandacht zullen moeten besteden aan de kwaliteit van de onderwijsdoelen, gebruikte materialen, werkvormen en toetsing. Daarbij is het fundamenteel om vast te stellen hoe het onderwijsconcept en de kwaliteiten (kennis, vaardigheden en attitude) van de individuele leraar daarbinnen een plek hebben.

TEKST LOU SLANGEN [ASSOCIATE LECTOR] FUNCTIE LECTORAAT SCIENCE EN TECHNIEKEDUCATIE PRIMAIR ONDERWIJS AAN DE FONTYS PABO LIMBURG ROERMOND **CONTACT** L.SLANGEN@FONTYS.NL, TEL: 06-53668232



Geraadpleegde bronnen:

- Dugger, W. E. and A. F. Gilberti (2007). Standards for technological literacy: content for the study of technology. Virginia, International Technology Education Association (ITEA).
- Cuijck van, L., Keulen van, H. en Jochems, W. (2008). Zijn basisscholen klaar voor onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs? In: W.M.G. Jochems (Ed.) Licht op Leren. Proceedings van de Onderwijs Research Dagen 2008., Eindhoven: Eindhoven School of Education.
- Kuijpers, J. & Walma van der Molen, J. (2007). Wetenschap en techniek een rijke leeromgeving; professionalisering wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Den Haag: Stichting Platform Beta Techniek, VTB-Pro.
- Rohaas E., Taconis, L. en Jochems W. (2008). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. International Journal of Technology and Design Education, <http://www.springerlink.com/content/p020227247614xq7/>.
- Slangen, L. (2008). Techniek: leren door doen, didactiek en bronnen voor de pabo. Baarn: HBUitgevers.
- Moens, G. e.a. (2008). Technische geleerdheid voor iedereen. Standaarden & referentiepunten; Eindrapport van Techniek op school voor de 21ste eeuw. Departement Onderwijs & Vorming en Departement Economie Wetenschap & Innovatie.

Kerdoelen: Natuur en techniek

Bron: Kerndoelenboekje SLO

- 40** De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
- 41** De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
- 42** De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.

- 43** De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
- 44** De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- 45** De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
- 46** De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon leidt tot natuurverschijnselen, zoals seizoenen en dag-/nachtritme.