

Visie op wetenschap en techniek in het basisonderwijs

Expertgroep Wetenschap en
Techniek Basisonderwijs

14 Februari 2005

INHOUDSOPGAVE

1.	TEN GELEIDE	1
1.1.	Wetenschap en techniek in het basisonderwijs	1
1.2.	Reikwijdte van het Visiedocument	3
1.3.	Opbouw van het visiedocument	3
2.	DOELSTELLING VAN WETENSCHAP- EN TECHNIEKONDERWIJS IN DE BASISCHOOL	5
2.1.	Rationaliteit	5
2.2.	Cognitieve basis	5
2.3.	Weerbaarheid en respect	5
2.4.	Wetenschap en wetenschappen	6
2.5.	Sleutelbegrippen en contexten	6
3.	DIDAKTIEK EN HET NIEUWE LEREN	7
3.1.	Inleiding	7
3.2.	Plaatsbepaling van het Nieuwe Leren	7
3.3.	Leerproces als uitgangspunt	8
3.4.	Krachtige leeromgeving als centrale opgave	8
3.5.	Meer samenhang en flexibiliteit	10
3.6.	Nieuwe Leren in relatie tot wetenschap en techniek	10
4.	TOETSING VAN WETENSCHAP- EN TECHNIEKONDERWIJS OP DE BASISCHOOL	11
4.1.	Verkenning van het toetsdomein	11
4.2.	Functie van toetsing	12
4.3.	Toetsvormen	13
5.	OVERZICHT VOORBEELDEN LESMATERIAAL WETENSCHAP EN TECHNIEK	15
5.1.	Het lesmateriaal en de wetenschappelijke aanpak	15
5.2.	De leraar en de wetenschappelijke aanpak	17
5.3.	De kinderen en de wetenschappelijke aanpak	17
5.4.	Overzicht voorbeelden lesmateriaal Wetenschap en techniek	20
6.	VAN VISIE NAAR SPEELVELD: BOUWSTENEN VOOR EEN INVOERINGSSTRATEGIE	28
6.1.	Vóór alles: sluit aan op de reguliere doelstellingen van basisscholen	28
6.2.	Zorg op alle mogelijke manieren voor legitimatie	30
6.3.	Versterk je legitimiteit met good practices	30
6.4.	Differentieer de innovatiestrategie overeenkomstig de verschillen in innovatiekracht van basisscholen	30
6.5.	Definieer een kwaliteitsnorm (als richtsnoer, niet als blauwdruk)	31
6.6.	Organiseer ondersteuning van de scholen	33
6.7.	Organiseer landelijk aanbod	34
6.8.	Krachtenbundeling	36
	BIJLAGE 1 - SAMENSTELLING EXPERTGROEP	
	BIJLAGE 2 – VOORBEELDEN VAN LESMATERIAAL	
	BIJLAGE 3 - BEOORDELEN VAN COMPETENTIES	

1. TEN GELEIDE

1.1. Wetenschap en techniek in het basisonderwijs

Al geruime tijd zet een groot aantal partijen zich in voor de versterking van techniek in het basisonderwijs.

Onderwijsinstellingen, overheid, bedrijfsleven, intermediairen, uitgevers en leveranciers, science centra en vele anderen streven hiermee meerdere doelen na. Eén daarvan is het verbeteren van leerprocessen op de basisschool. Een ander doel is het vergroten van de belangstelling van kinderen voor techniek als vervolgopleiding en later beroep. Een derde drijfveer is het vergroten van de technologische geletterdheid van kinderen.

In het VTB-programma zijn deze doelstellingen vertaald naar een meerjarige aanpak om basisscholen en PABO's hiertoe uit te dagen en hen daarbij te ondersteunen.

Min of meer parallel hieraan beogen vele partijen de belangstelling voor wetenschap in het basisonderwijs te vergroten. Onderzoeksinstituten, de overheid, science centra, onderwijsontwikkelaars en anderen hebben hierbij eveneens meerdere doelen voor ogen. Stimuleren van de interesse voor en beheersing van (natuur)wetenschappelijke kernbegrippen is daar één van. De andere richt zich op het aanspreken en verder ontwikkelen van ontdekkende en onderzoekende competenties van kinderen.

Beide activiteiten verlopen op het eerste gezicht wellicht naast elkaar. Nadere beschouwing wijst echter uit dat er in de praktijk nu al veel raakvlakken zijn. Zo besteden basisscholen aandacht aan zowel (natuur)wetenschappelijke fenomenen en begrippen als aan technische principes. Ook in bijvoorbeeld de activiteiten van science centra zijn (natuur)wetenschap en techniek veelal nauw verweven. Zowel de huidige als de voormalige kerndoelen in het basisonderwijs adresseren zowel het (leren) onderzoeken van natuur en techniek als het ontwerpen en maken van techniek. In veel buitenlandse programma's worden tot slot "science" en "technology" in één adem genoemd en gezamenlijk beschouwd.

Naar een samenhangende visie

Ondanks dat bleek de discussie in ons eigen land over wetenschap en techniek nogal eens lastig, omdat betrokkenen uit beide kringen niet altijd dezelfde taal spraken. In die discussie werd de betekenis van begrippen als "wetenschap", "science", "technologie" voor het basisonderwijs onvoldoende scherp gedefinieerd. Daardoor kon het zijn dat de één een didactische benadering (bijvoorbeeld onderzoekend leren) als referentiekader hanteerde, terwijl de ander wellicht een inhoudelijke introductie in de fysica voor ogen stond.

Tegen deze achtergrond groeide in Nederland de behoefte aan een samenhangende visie op wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Een van de redenen voor die groeiende behoefte was de sterke impuls die techniek in de komende jaren zal krijgen in het kader van het VTB-programma.

Medio 2004 nam daarom het Platform Bèta/Techniek het initiatief tot het doen realiseren van een visiedocument over deze samenhang tussen wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Deze visie zou het Deltapunt handreikingen moeten bieden voor de verdere koers van het VTB-programma, voor wat betreft de relatie met wetenschap.

Op initiatief van het Platform en in nauw overleg met de KNAW is daartoe een zogeheten Expertgroep Wetenschap en Techniek Basisonderwijs geformeerd. In vijf bijeenkomsten heeft deze Expertgroep het onderhavige Visiedocument tot stand gebracht. Dit geschiedde op basis van analyse van publicaties over dit onderwerp, schriftelijke bijdragen van leden van de Expertgroep en inhoudelijke discussies in de groep.

1.2. Reikwijdte van het Visiedocument

De behoefte aan een samenhangende visie is groot, zoals hiervoor al is opgemerkt. De Expertgroep heeft er daarom voor gekozen om in een geconcentreerde aanpak de belangrijkste bouwstenen en handreikingen voor deze visie te definiëren. In dit Visiedocument zijn deze vastgelegd. Deze bouwstenen en handreikingen bieden naar de mening van de Expertgroep voldoende basis voor besluitvorming over verdere stappen. Om die reden heeft de Expertgroep er in dit stadium van af gezien om kostbare tijd verloren te laten gaan met het verder polijsten, uitbouwen of verfijnen van de analyses in deze rapportage. Bij vervolgstappen kan deze slag, indien nodig, alsnog worden gemaakt. Op diverse plekken in het Visiedocument wordt dit zelfs expliciet aangegeven. De leden van de Expertgroep zijn graag bereid daaraan een bijdrage te leveren.

Het Visiedocument is in zoverre generiek van aard, dat het pleidooi voor meer aandacht voor “wetenschap” in de betekenis van onderzoekend leren alle inhoudelijke domeinen van het basisonderwijs adresseert. Techniek is daar één van en zeker ook een heel voor de hand liggende. Experimenten laten echter ook geslaagde voorbeelden zien van een samenhangende aanpak van wetenschap met taalverwerving, met rekenen, met geschiedenis en met vele andere domeinen. In die optiek fungeert het Visiedocument ook als oriëntatiepunt – tijdens de besprekingen in de Expertgroep aangeduid als “poolster” – voor de invoering van wetenschap in andere domeinen van het basisonderwijs.

1.3. Opbouw van het visiedocument

Wat is wetenschap en techniek op de basisschool?

Wat is nu het wezen, de essentie van wetenschap in het basisonderwijs? De term “wetenschap” wordt al gauw geassocieerd met hoogintellectuele arbeid. Een aangelegenheid die voor veel kinderen buiten de interessesfeer en waarschijnlijk ook buiten het intellectuele bereik valt.

In hoofdstuk 2 “Doelstelling van wetenschap –en techniekonderwijs in de basisschool” plaatst de Expertgroep wetenschap en techniek in het hart van de pedagogisch-didactische opgave van het basisonderwijs. Die opgave behelst het kinderen vertrouwd te maken met de werkelijkheid om hen heen en om de daarvoor noodzakelijke geesteshouding en sleutelvaardigheden verder tot ontwikkeling te brengen. Startend vanuit de verwondering en exploratiedrang, die eigen zijn aan alle kinderen, kunnen op een natuurlijke manier kerncompetenties op het gebied van onder meer ontdekken, analyseren, interpreteren en toepasbaar maken van fenomenen worden aangesproken en verder tot ontwikkeling worden gebracht. Dat is geen exclusieve aangelegenheid voor research-medewerkers-in-de-dop maar een uitdaging voor alle kinderen.

Hoe past dit binnen het onderwijs?

Is deze benadering van wetenschap en techniek op voorhand een Fremdkörper in het basisonderwijs? Naar de mening van de Expertgroep is dit geenszins in het geval. In hoofdstuk 3 “Didactiek en het Nieuwe Leren” wordt aangegeven dat de huidige didactiek van het basisonderwijs het leren door het kind centraal stelt en niet zozeer het onderwijzen door de leerkracht. De rol van de leerkracht is het helpen realiseren van krachtige leeromgevingen: authentieke, uitdagende situaties waarin kinderen, al doende leren: door te ontdekken, te ontwerpen, te maken, te reflecteren, daarbij samen te werken et cetera. Wetenschap en techniek zijn hierbij doel en middel tegelijk. Doel, omdat de didactische doelstellingen van wetenschap (“onderzoekend leren”) en techniek (“probleemoplossend leren”) volstrekt identiek zijn. Middel, omdat het inhoudelijk domein van de wetenschap en techniek een vrijwel oneindig grote hoeveelheid aan deze authentieke, uitdagende leeromgevingen biedt.

Wat willen we toetsen en hoe?

Wetenschap en techniek leveren al met al een essentiële bijdrage aan de ontwikkeling van een aantal kern-competenties of-vaardigheden van kinderen. Deze stellingname roept direct de vraag op of en hoe we die ontwikkeling bij dat kind kunnen volgen; of we daarvan een getrouw beeld kunnen vormen. Op basis daarvan kunnen immers leerprocessen verder worden geoptimaliseerd. Kern van hoofdstuk 4 “Toetsing van wetenschap- en techniekonderwijs” is dat toetsen een objectief, waarheidsgetrouw beeld kunnen opleveren mits een aantal zaken in acht worden genomen. Zo is het allereerst van belang te onderkennen dat de kinderen sterk verschillen qua richting en tempo van ontwikkeling. Bovendien moet helder zijn welke denkwijzen, bijbehorende waarden- en normsystemen en – in relatie hiermee – uitwerkingen van rationaliteit het al dan niet impliciete vertrekpunt vormen van de toetsing. Met in acht neming daarvan zijn tal van toetsvormen beschikbaar om de ontwikkeling van het kind te volgen.

Hoe ziet wetenschap en techniek in het basisonderwijs er concreet uit?

Wat moeten we ons concreet voorstellen bij onderwijs waarin wetenschap en techniek zijn geïntegreerd? Wat zijn nu voorbeelden van onderwijs waarin principes van ontdekkend en probleemoplossend zijn verwerkt, zoals die in de eerdere hoofdstukken uiteen zijn gezet?

In hoofdstuk 5 “Overzicht voorbeelden lesmateriaal wetenschap en techniek” zijn 13 voorbeelden van lesmateriaal gekenmerkt aan de hand van diverse criteria, zoals de stappen van een onderzoeks- c.q. oplossingsstrategie, de activiteiten van de leerlingen en van de leerkrachten. Aan de hand van deze criteria kan gericht verder worden gezocht in deze materialen.

Hoe kunnen we dit invoeren in het basisonderwijs?

Een mooie, inspirerende beschrijving van de meerwaarde van wetenschap en techniek in het basisonderwijs brengt nog niet automatisch leerkrachten en scholen in beweging. Daar is een goed georkestreerde aanpak voor nodig die inspeelt op wat scholen belangrijk vinden en hen vervolgens prikkelt en ondersteunt om stappen te zetten op het pad van deze onderwijsvernieuwing.

In het afsluitende hoofdstuk 6 “Van visie naar speelveld: bouwstenen voor een invoeringsstrategie” zijn de belangrijkste bouwstenen van een invoeringsstrategie uitgewerkt. “Samenhang” is het hierbij het sleutelwoord. Samenhang met de reguliere doelstellingen van de basisschool is het eerste vereiste. Maar daarnaast ook samenhang tussen de verschillende maatregelen, lokaal of nationaal, direct op de school gericht of op partijen om de school heen. En tot slot: samenhang met gelijkgerichte innovatiebewegingen. Het onderhavige Visiedocument biedt de handreikingen voor één samenhangende benadering van basisscholen op het gebied van wetenschap en techniek.

2. DOELSTELLING VAN WETENSCHAP- EN TECHNIEKONDERWIJS IN DE BASISCHOOL

2.1. Rationaliteit

Het doel van wetenschap- en techniekonderwijs dient te zijn de leerling vertrouwd te maken met een rationele benadering van de werkelijkheid, de natuurlijke werkelijkheid en de werkelijkheid van artefacten. Hoofdcomponenten van die rationele benadering zijn objectieve, door anderen controleerbare waarneming van die werkelijkheid, de formulering van toetsbare hypothesen over die waarnemingen, het verifiëren van hypothesen door vormen van systematische gegevensverzameling of door constructie, het logisch, respectievelijk mathematisch redeneren over waarnemingen in hun verband met hypothesen en theorieën en over de functionaliteit van techniek. Deze globale doelstelling kan ook als richtpunt of “poolster” fungeren in het basisonderwijs, zij regardeert namelijk alle inhoudelijk domeinen in dat onderwijs. Er kunnen daar natuurlijk slechts eerste stappen worden gezet in de richting van dit doel. Het gaat om een geesteshouding die zich, over de jaren heen, kan ontwikkelen aan de hand van goedgekozen en diverse “cases”, die het kind aanspreken en het uitdagen tot het stellen van vragen, het verzamelen van relevante informatie en het oplossen van problemen. Het gaat om de stimulering van denkvaardigheid, niet om het aanbrengen van encyclopedische kennis.

2.2. Cognitieve basis

Die denkvaardigheid, een rationele benadering van de werkelijkheid, steunt op intellectuele vermogens die elk kind tot op zekere hoogte zijn aangeboren zoals creativiteit, exploratiedrang, verwondering, aandachtige observatie, het stellen van vragen over feitelijkheden, oorzaken of motieven, inzicht in ruimte, tijd, natuurlijke getallen en kwantiteit, abstractievermogen, inzicht in de bedoelingen van anderen (het wisselen van perspectief), het voorstellingsvermogen en bedenken van andere werelden, manuele vaardigheden, het bouwen van constructies, het maken van vergelijkingen en analogieën, het leggen van associaties, de behoefte om te argumenteren voor het eigen gelijk, het plezier in spel en de behoefte aan spelregels, het willen winnen, dingen zelf willen oplossen, maar ook het willen samenwerken, het controleerbaar en voorspelbaar maken van de eigen fysieke en sociale omgeving.

2.3. Weerbaarheid en respect

Het wetenschap- en techniekonderwijs stimuleert het kind om die vermogens te gebruiken en te ontwikkelen voor een rationeel, op feiten gebaseerd begrip van zijn fysieke, sociale en mentale wereld. Daarbij put het onderwijs uit het plezier dat het kind schept in het zelf bedenken van vragen en het oplossen van problemen. Met de groei van die rationele geesteshouding, ontwikkelt zich bij het kind niet alleen zelfrespect, maar ook respect voor de onderbouwde mening van anderen, voor waarachtigheid, voor de grote culturele en maatschappelijke betekenis van wetenschap en techniek, en voor de unieke complexiteit van onze wereld. Tegelijk wordt het kind hiermee geïmmuniseerd tegen waarheid-op-gezag en tegen irrationaliteiten zoals bijgeloof, vooroordeel en fundamentalisme.

2.4. Wetenschap en wetenschappen

De doelstellingen van wetenschap- en techniekonderwijs zijn van algemene aard. Zij kunnen aan de hand van zeer uiteenlopende wetenschappelijke domeinen worden benaderd. Het is aan te bevelen dat perspectief niet te snel te verengen. Het is met name contraproductief om bij het eerste contact met wetenschappelijk denken de “two-cultures” gedachte te doen postvatten, een laatromantische anomalie die afbreuk doet aan het Verlichtingsideaal van rationaliteit en eenheid van de wetenschap. Het is derhalve zaak om van meet af aan in de “oriëntatie op mens en wereld” de grote domeinen van de fysische-chemische, de biologische, de sociaal/economisch/historische en de mentale werkelijkheid op enigerlei wijze in het onderwijs te betrekken, zo mogelijk in onderling verband. Dat verbreedt ook de basis voor het techniekonderwijs. Een ampèremeter is net zozeer techniek als een DNA-test, een opiniepeiling of een intelligentietest.

2.5. Sleutelbegrippen en contexten

Ofschoon het ontwikkelen van helder denken niet gebonden is aan een specifiek domein van de werkelijkheid, wordt die doelstelling het best gerealiseerd door het kind vertrouwd te maken met elementaire sleutelbegrippen die, gezamenlijk, een groot bereik hebben. Voor een groot aantal domeinen zijn die productieve kernbegrippen reeds goed omschreven en in de onderwijspraktijk getoetst, zoals met name in het *La Main à la Pâte* (Lamat-)programma. Het wiel hoeft niet opnieuw te worden uitgevonden. Sommige domeinen ontbreken echter systematisch, met name het sociale en mentale domein, inclusief de bijbehorende techniek. Hier is aanvulling dringend gewenst. De sleutelbegrippen zullen gedurende het basisonderwijs steeds weer aan de orde worden gebracht, in wisselende contexten of “handelingspraktijken”, inclusief technische van allerlei aard. Er dient sprake te zijn van een systematische “onderwijsspiraal”, waarin dezelfde kernbegrippen vanuit steeds nieuwe en complexere perspectieven, steeds naar de maat van het opgroeiende kind, aan de orde blijven komen. Dan alleen gaan die sleutelbegrippen de duurzame, abstracte intellectuele bagage van het kind vormen. Die contexten moeten de aansluiting bewerkstelligen op de belevings- en begripswereld van het kind; zij vormen de basis voor de leermotivatie. Ook op dit punt hoeft het wiel niet opnieuw te worden uitgevonden; er is voor de meeste domeinen reeds erg veel goed contextueel materiaal beschikbaar voor de verschillende leeftijdsniveaus. De voorkeur dient uit te gaan naar materiaal dat expliciet is gerelateerd aan sleutelbegrippen.

3. DIDAKTIEK EN HET NIEUWE LEREN

3.1. Inleiding

In de discussies over wetenschap en techniek in het basisonderwijs worden beide – in hun didactische uitwerking naar respectievelijk onderzoekend leren en ontwerpnd leren – in het teken gesteld van het “Nieuwe Leren”, een didactisch concept dat momenteel veel opgeld doet in het basisonderwijs. Maar wat is de essentie van het Nieuwe Leren? En is er daadwerkelijk een relatie tussen enerzijds wetenschap en techniek in het basisonderwijs en anderzijds het Nieuwe Leren?

3.2. Plaatsbepaling van het Nieuwe Leren

Het Nieuwe Leren kan vooralsnog niet worden gezien als een begrip dat door iedereen op een zelfde manier wordt begrepen. De zeer gedetailleerde analyse van Kok¹ (2003) onderscheidt zich nogal van meer globale benaderingen die regelmatig onder de aandacht worden gebracht. In dit verband zullen we vooral aansluiting zoeken bij de meer globale benaderingen, omdat het hier en nu gaat om een eerste meer algemene verkenning. Deze benaderingen wijzen er ook telkens op dat het nieuwe misschien minder nieuw is dan wel eens wordt gesuggereerd. Er wordt daarbij dan verwezen naar opvattingen van Comenius (1592-1670), Freinet (1896-1966) en Vygotskij (1896-1934). Enige bescheidenheid met betrekking tot het nieuwe leren lijkt dan ook op zijn plaats.

Door sommigen wordt het nieuwe leren overigens vereenzelvigd met ICT. Dat moet echter worden gezien als een wel erg beperkte opvatting omdat het de kern van het nieuwe leren niet raakt. ICT kan het nieuwe leren ondersteunen zoals het ook het meer traditionele leren kan ondersteunen, maar de paradigma-shift (van Emst², 2002) wordt er niet door verklaard. De paradigma-shift heeft immers meer veranderingen tot gevolg.

Door van Emst (2002) wordt het nieuwe leren gezien als een uitwerking van het sociaal-constructivisme, dat kan worden geplaatst tegenover het logisch-positivisme, waarop het traditionele leren in hoofdzaak is gebaseerd. Kenmerkend zijn dan onder meer:

Logisch-positivisme	Sociaal-constructivisme
kennisoverdracht	kennisconstructie
onderwijzen	leren
van deel naar geheel	van geheel naar deel
leren en luisteren	ervaring opdoen en uitleggen
samen doen is afkijken	samen leer je meer dan alleen
vakinhoud staat centraal	brede ontwikkeling staat centraal
docent bepaalt lesinhoud en is vooral instructeur	docent stimuleert het leerproces en heeft vele rollen (expert, coach, adviseur)

Tabel 1 – Kenmerken logisch-positivisme en sociaal-constructivisme

¹ Kok, J.J.M.: Talenten transformeren. Over het nieuwe leren en nieuwe leerarrangementen. Fontys Hogescholen, 2003.

² Emst, A. van: Koop een auto op de sloop. Utrecht: APS, 2002.

Het nieuwe leren wordt ook wel getypeerd als het ontwerpmodel dat geplaatst wordt tegenover het overdrachtsmodel waarmee het traditionele onderwijs wordt getypeerd (Lagerweij & Lagerweij-Voogt³

2004). Het traditionele onderwijs zou vooral worden ingezet om kennis over te dragen, terwijl het nieuwe leren zich vooral zou richten op het verwerven van kennis. Het is een enigszins andere omschrijving van het voorgaande punt. In dit verband moet wellicht wel worden opgemerkt, dat de genoemde modellen niet lijnrecht tegenover elkaar staan. Er is langzamerhand sprake van allerlei gemengde modellen. Wel kan worden volgehouden dat de kenmerken van het traditionele leren (de docent aan het stuur) veelal dominanter aanwezig zijn dan de kenmerken van het nieuwe leren (meer invloed van keuzen door de leerling). Verbeteringen in de onderwijssituatie zijn dan ook mogelijk door meer aandacht te besteden aan de mogelijkheden van het nieuwe leren, waarbij zeker aandacht moet worden gegeven aan: samenwerkend leren, authentieke leersituaties, uitdagend en aansprekend leren, probleemgestuurd leren, competentiegericht leren, onderzoekend leren, activerende werkvormen, formatieve beoordelingen, meer stimuleren en minder regelen, meer uitdagen en minder sturen, enz.

3.3. Leerproces als uitgangspunt

De didactische invalshoek van het Nieuwe Leren is veeleer gericht op het leren dan op het onderwijzen. Hoofdvraag daarbij zou moeten zijn op welke manier leerlingen zo goed mogelijk tot leren gebracht zouden kunnen worden. Levensechte situaties, al doende leren, onderzoekend leren, probleemoplossend leren, samenwerkend leren, vraaggestuurd leren, geen onnodige versnippering, aandacht voor de motivatie van leerlingen, stimulerend beoordelen, zelfontdekkend leren, competentiegericht leren, enz. bieden in dit verband evenzoveel suggesties om het leren binnen het onderwijs een meer centrale rol te geven. Door een ruimere keuze voor activerende werkvormen kan de rol van de docent als instructeur en richtinggevend regelaar meer en meer opschuiven in de richting van begeleidend coach. Het gegeven dat er zowel voor het basisonderwijs als voor de basisvorming wordt gepleit voor kerndoelen die voor een gedeelte door de school zelf kunnen worden bepaald maakt duidelijk dat een volledig uniform curriculum voor iedere leerling niet meer door iedereen wordt gezien als een absolute eis. Competenties worden meer en meer gezien als een hoger abstractieniveau dan inhoudelijke kernbegrippen. Dit zou kunnen betekenen dat competenties kunnen worden bereikt op basis van van elkaar verschillende kernbegrippen. Als dit correct is dan is het niet langer noodzakelijk dat alle leerlingen voor 100% dezelfde inhoudelijke kernbegrippen beheersen. Het gaat in dat geval immers om de competenties. De discussie hierover is overigens nog gaande; bij de operationalisering van dit visiedocumenten in concrete acties kan dit onderwerp verder worden uitgediept.

3.4. Krachtige leeromgeving als centrale opgave

Het creëren van een krachtige leeromgeving wordt in het kader van het nieuwe leren gezien als een centrale opgave van het onderwijs. Lodewijks⁴ (1993) typeert een krachtige leeromgeving als een leeromgeving, die compleet en rijk is, die uitnodigt tot activiteit, die realistisch is, die voorziet

³ Lagerweij, N. & Lagerweij-Voogt, J.: Anders Kijken. De dynamiek van een eeuw onderwijsvernieuwing. Apeldoorn/Antwerpen: Garant, 2004

⁴ Lodewijks, J.G.L.C.: De kick van het kunnen Oratie Katholieke Universiteit Brabant, 1993.

in coaching, die het stuur meer en meer overlaat aan de lerende, en die bij de leerling een besef van eigen bekwaamheid wil ontwikkelen.

Een groot aantal onderwijsmethoden zijn aanmerkelijk abstracter dan in de typering van een krachtige leeromgeving wordt verwacht. Het hoofdstukgewijs behandelen van een gekozen leer-methode kan men niet zo gemakkelijk typeren als een krachtige leeromgeving die uitnodigt tot leren. Het zou goed zijn om empirisch vast te stellen wat het inrichten van een krachtige leeromgeving van leerkrachten vergt.

Daaruit kunnen immers conclusies worden getrokken over de vereiste toerusting van leerkrachten via op leiding en nascholing. Veel nieuwsgierigheid tot leren komt feitelijk tot stand doordat leerlingen – bewust of onbewust – worden uitgedaagd. Dit uitdagen en stimuleren is natuurlijker dan het opdragen en voorschrijven, dat centraal staat in het traditionele onderwijs.

3.5. Meer samenhang en flexibiliteit

Het benadrukken van competenties biedt mogelijkheden om een te grote versnippering in het onderwijs tegen te gaan. De gebruikelijke vakkenindeling heeft als bezwaar dat er telkens nieuwe elementen bijkomen terwijl er geen worden geschrappt. Daardoor is er steeds minder ruimte voor de afzonderlijke eenheden. Er zijn redenen om te veronderstellen dat het benadrukken van competenties een grotere flexibiliteit mogelijk maakt. Het gaat immers om het leren hanteren van werkwijzen en daarbij kunnen leerinhouden een sterker exemplarisch karakter krijgen. Werkwijzen gaan immers over de vakgrenzen heen en kunnen – indien beheerst – ook op nieuwe inhouden worden toegepast. Hiermee kan tevens een oplossing worden bereikt voor snel verouderde kennis die nu nog wel eens tot problemen leidt.

Het benadrukken van leren en het beschouwen van leerinhouden als exemplarisch biedt ook mogelijkheden om beter om te kunnen gaan met verschillen tussen leerlingen. Benadrukt men het onderwijzen dan komt men gemakkelijk terecht bij uniforme programma's die moeilijk rekening kunnen houden met verschillen tussen leerlingen. Benadrukt men het leren dan zijn er mogelijkheden om leerlingen op een eigen manier met het leerprogramma te laten werken. Leerlingen kunnen zelfs gelijksoortige competenties aanleren aan de hand van verschillende leerinhouden. Door het benadrukken van het leren is een grotere mate van individualisering te realiseren. Het benadrukken van het leren maakt het ook mogelijk om op een duidelijker manier de motivatie van de leerlingen aan te spreken. Binnen het traditionele onderwijs doet de startmotor van de motivatie niet altijd zijn werk. Richt men de aandacht allereerst op de startmotor dan is de kans op succes groter.

3.6. Nieuwe Leren in relatie tot wetenschap en techniek

Competenties zoals geformuleerd in hoofdstuk 1 (controleerbare waarnemingen identificeren, hypothesen verifiëren, systematisch gegevens verzamelen, logisch en mathematisch redeneren, enz. enz.) lenen zich uitstekend om aan de orde gesteld te worden in een didactiek van competentiegericht leren, probleemgestuurd leren, vraaggestuurd leren, onderzoekend leren, enz. Verwacht mag worden dat “het onderwijs daarbij put uit het plezier dat het kind schept in het zelf bedenken van vragen en het oplossen van problemen”. Uitdagen, stimuleren en samenwerkend leren in een krachtige leeromgeving waarin het al doende leren eerder regel is dan uitzondering biedt een didactisch concept dat past bij het beoogde wetenschaps- en techniekonderwijs.

4. TOETSING VAN WETENSCHAP- EN TECHNIEKONDERWIJS OP DE BASISCHOOL

4.1. Verkenning van het toetsdomein

Wie wil toetsen of het onderwijs erin geslaagd is de rationele geesteshouding te ontwikkelen waarover in hoofdstuk 2 wordt gesproken, heeft niet alleen de taak om duidelijk te maken hoe zo'n houding in meetbaar denken en handelen zichtbaar gemaakt kan worden; minstens zo belangrijk is het om te weten langs welke ontwikkelingslijn zo'n houding vorm krijgt. Het is immers evident dat we niet alleen een gewenst eindniveau willen meten, maar ook gedurende het onderwijsproces willen weten of een kind bij het ontwikkelen van zo'n houding op de goede weg is. Dat betekent dat we ook tussentijds zullen moeten evalueren. Maar wat mogen we van kinderen op welke leeftijd verwachten? De ontwikkelings- en leerpsychologie leren ons dat kinderen in hun cognitieve en emotionele ontwikkeling verschillende stadia doorlopen. Daarbij dienen we te beseffen dat niet van ieder kind evenveel verwacht kan worden en dat ook het tempo van ontwikkeling tussen kinderen sterk uiteenloopt.

Evalueren om te bepalen of het onderwijs vanuit de functie van ontwikkelingsgerichtheid oplevert wat verwacht mag worden, betekent dus ook dat we een beeld moeten hebben van wat we mogen verwachten van de geestelijke groei van de fictieve gemiddelde leerling, de zwakkere leerling en de goede leerling.

Evalueren om te bepalen of het onderwijs vanuit de functie van cultuuroverdracht oplevert wat ervan verwacht mag worden betekent dat we een beeld moeten hebben van de culturele denkwijzen en bijbehorende waarden- en normsystemen (discoursen) waarin we het kind willen inleiden. We hebben sympathie voor de Verlichtingsgedachte van rationaliteit, maar het is wel de vraag hoe houdbaar de these van eenheid van wetenschap is, die de grondleggers van de Verlichting nog voor ogen hadden. Niemand kan verbloemen dat de epistemologie sinds Kant (en Hegel) nogal op zijn kop is gezet (Wittgenstein, Kuhn, Rorty), waardoor we tegenwoordig algemeen de verschillende aard accepteren van de kennis van verschillende sectoren van het leven, cq vakgebieden (bijvoorbeeld: ecologie, economie, wiskunde, natuurkunde, geschiedenis, recht, journalistiek, kunst enzovoort), die om met Wittgenstein te spreken alle hun eigen taalspel spelen met de daarbij behorende inherente praktische en ethische voorschriften. Elk van deze sectoren heeft daardoor niet alleen een eigen begrippensysteem, maar vaak ook eigen inherente waarden en praktijken. Ook Kant erkende dit al in zijn *Kritik der Urteilskraft*, al meende hij dat deze verschillende rationaliteiten uiteindelijk nog onder één noemer samengebracht zouden kunnen worden.

Tegenwoordig zijn we er echter van overtuigd dat de verschillende systemen in de praktijk een eigen aard van kennen hebben en de werkelijkheid elk vanuit een eigen gezichtspunt bekijken, waarbij de gezichtspunten vaak strijdig zijn en botsen. Bij allerlei praktische problemen spelen ongelijksoortige argumenten een rol en moeten toch vaak afwegingen gemaakt worden. In dit verband spreekt men wel van 'transversale rede' (Welsch 1987⁵).

We kunnen daarom zelfs op de basisschool niet doen alsof er slechts één denkvorm, één soort rationaliteit bestaat. Elke rationaliteit begint met het leren kennen van de denkwijze, de taal, de

⁵ Welsch, W. (1987) *Unsere postmoderne Moderne*, VCH Acta humanoria, 6^e druk Berlijn, Akademie Verlag (2002)

begrippen, de samenhangen daartussen, de inherente waarden (esthetisch, economisch, ecologisch, juridisch, etc.). Binnen al deze gebieden gelden drie in het onderwijs betekenisvolle definities van vaardigheidsgroei, die alle bijdragen aan de gewenste rationele geesteshouding(en):

1 Vaardigheid als toename van associatiekennis

Het gaat hier om kennis binnen een begrippensysteem op een niveau van feiten, regels, herkennen van voorwerpen enz. in de vorm van enkelvoudige associaties (weetjes). Hoe meer kennis binnen het systeem, hoe groter de vaardigheid. De vaardigheid groeit, naarmate de leerling meer van dit soort kennis bezit. Door meer van zulke associaties te leren dan te vergeeten, wordt dit vaardigheidsniveau uitgebreid.

Voorbeelden zijn hier: het kennen van soortnamen, spreiding van verschijnselen, chronologie van gebeurtenissen.

2 Vaardigheid als toename van inzicht

Kinderen leren door een combinatie van onderwijs en rijping meer samenhang te zien tussen verschijnselen. Ze leren verschijnselen en feiten binnen begrippensystemen met elkaar in verband te brengen op grond van een achterliggende verklaring (principes). De vaardigheid neemt toe van eenvoudige principes op een concreet niveau die het kind ervaart in zijn eigen leven, naar meer formele verbanden op een abstracter niveau van begrippen en principes. Voorbeelden zijn hier: vorm-functierelatie van snavels en poten bij vogels, voedselverwerving en energiehuishouding bij zoogdieren in relatie tot seizoenen.

3 Vaardigheid als kritisch denken en oordelen en handelen

Kunnen denken en handelen vanuit meerdere begrippensystemen c.q. waardenoriëntaties over een onderwerp noemen we transversaal denken. Het komt nogal eens voor dat een probleem vanuit verschillende perspectieven bekeken moet worden die vaak onderling strijdig zijn: economisch perspectief (efficiëntie en effectiviteit) ecologisch perspectief (duurzaamheid), ethisch perspectief (sociale rechtvaardigheid), historisch besef (rekening houden met ervaringen uit het verleden) enz. Leerlingen leren dit beter naarmate ze in staat zijn meer gezichtspunten met de bijbehorende cognities en waardenoriëntaties tegen elkaar af te wegen.

Voorbeelden zijn hier het ontwerpen van technische apparaten, het maken van een werkstuk over een maatschappelijk thema, het opzetten en uitvoeren van een eenvoudig onderzoek).

Hoewel we het er bij deze punten over eens zullen zijn dat het uiteindelijk gaat om het onder 3 gestelde doel kunnen we dit doel niet los zien van 1 en 2. Er is sprake van hiërarchie: 1 is een voorwaarde voor 2. Zonder kennis van feiten kan er geen inzicht zijn in samenhangen en 2 is voorwaardelijk voor 3; zonder inzicht in bijvoorbeeld economische principes en ecologische principes kan men niet op een behoorlijke manier (transversaal) zaken tegen elkaar afwegen. Vanwege de onderlinge afhankelijkheid van deze doelen kunnen we voor een goede rapportage van het niveau van de leerlingen niet volstaan met het toetsen van niveau 3. In een evaluatiesysteem voor de basisschool zouden daarom al deze niveaus, getoetst en gerapporteerd moeten worden.

4.2. Functie van toetsing

Afgezien van plaatsing zijn de belangrijkste toetsfuncties, *resultaatbepaling* (Welk leerresultaat is er feitelijk bereikt?), *diagnostisering* (Wat is met de leerling aan de hand? Waar stagneert zijn begrip?) en *sturing* van het leerproces (Welke feedback moet de leraar geven? Hoe moet de leerling

verder met het leerproces?). In het eerste geval wil de leraar de prestaties van de leerlingen beoordelen met een cijfer bijvoorbeeld ten behoeve van selectie en doorstroming.

De inbreng van de leerling in de evaluatie van zijn prestatie of product is daarbij doorgaans gering, omdat externe beoordelingscriteria zijn gesteld. Bij diagnostisering en sturing gaat het er vooral om de leerling feedback te geven over zijn leer- en ontwikkelingsproces. In het licht van de gestelde doelen wordt aan de hand van de prestaties van de leerlingen duidelijk gemaakt waar sterke en zwakke punten liggen en hoe de leerling deze zal kunnen verbeteren. De inbreng van de leerling in de evaluatie van zijn prestatie of product en het leerproces zijn hierbij essentieel.

Juist door de reflectie op zijn eigen leerproces krijgt de leerling het inzicht om in de toekomst dit proces beter te sturen. Waar sprake is van samenwerking en groepsprocessen spelen ook medeleerlingen hierin een rol. Uiteraard speelt de docent hierbij steeds de rol van raadgever/begeleider. Het hoeft geen betoog dat de leerling in deze actief en constructief deelneemt aan zijn eigen vorming en opvoeding.

4.3. Toetsvormen

Welke eisen men stelt aan de validiteit, de betrouwbaarheid en de objectiviteit van de evaluatie hangt af van de bedoelingen die men heeft. Bij een evaluatie op het niveau van de klas is de subjectiviteit van de docent de uiteindelijke norm. Zijn kwaliteit bepaalt dan de kwaliteit van het beoordelingsproces. Objectiviteit, validiteit en betrouwbaarheid zijn dan geen groot probleem. Wil men echter 'over klassen heen' evalueren en leerlingresultaten refereren aan grotere vergelijkingsgroepen, dan is een goede domeinbeschrijving onontbeerlijk als basis voor de inhoudsvaliditeit. We moeten dan precies weten wat we willen meten, anders kan de meting ook nooit objectief en betrouwbaar zijn. Dit wordt een groter probleem naarmate men de doelen en inhouden serieuzer neemt.

Ook de soort toets die men kiest, hangt af van de bedoelingen. Schriftelijke toetsen liggen meestal voor de hand als men leerlingen wil toetsen op hun kennis en begrip van feiten, begrippen, principes, procedures en dergelijke. Ze zijn vooral bruikbaar als men kennis van samenhangende leerstofonderdelen wil bevragen. Tot op zekere hoogte kan men ook met schriftelijke toetsen de beheersing van complexe denkprocessen en vaardigheden vaststellen. Voor het toetsen van niveau 3, waarbij men wil bepalen in hoeverre leerlingen kritisch kunnen denken, problemen kunnen oplossen, kunnen samenwerken, beslissingen kunnen nemen, informatie kunnen opzoeken en onderzoek kunnen doen, liggen divergente praktische opdrachten het meest voor de hand. Deze moeten dan aan bepaalde criteria voldoen. De evaluatie betreft daarbij zowel het eindresultaat (summatief) als het proces dat daartoe geleid heeft (formatief). Het eindresultaat wordt beoordeeld aan de hand van in het onderwijs aan de orde gestelde criteria van uiteenlopende aard. De leerling wordt geconfronteerd met een analyse van sterke punten en punten die voor verbetering vatbaar zijn. Het leerproces wordt geanalyseerd aan de hand van een aantal procescriteria: welke fasen werden doorlopen, waar verliepen procedures vlot en waar haperde het proces en hoe werd dat opgelost (meer informatie zie bijlage 1).

De formatieve evaluatie van niveau 3 is nauw verweven met het onderwijzen en leren zelf. Al doende evalueert men, reflecteert men en stelt men zo nodig de koers bij. Daarbij spelen zowel de leerling als de leerkracht een actieve rol en de dialoog tussen beiden over 'de zaak die aan de orde is' ligt in het hart van het pedagogisch-didactisch handelen.

Het is daarom wenselijk om het didactisch handelen en formatieve evaluatie in samenhang te beschrijven: beide zijn verweven met de principes van ontwikkelend onderwijs die de onderwijsgevende in acht dient te nemen, zoals de motivering van de leertaak, het dialogisch en diagnostisch onderwijzen, het indelen van ingewikkelde leerstof in deelstappen, het handelen op verschillende niveaus, het zoeken van het voor iedere leerling juiste instructie- en leertempo, de gedragsgecentreerdheid van de instructie en correctie, het benadrukken van reflectie op het handelen, de variatie in oefening, het stimuleren van initiatief en creativiteit en de begeleiding van de leerlingmotivatie en aandacht voor het pedagogisch klimaat (Van Parreren⁶, 1987).

⁶ Parreren, C.F.(1987) Ontwikkelend onderwijs, 12^e druk Leuven/Amersfoort, Acco (1997)

5. OVERZICHT VOORBEELDEN LESMATERIAAL WETENSCHAP EN TECHNIEK

5.1. Het lesmateriaal en de wetenschappelijke aanpak

Wat moeten we ons concreet voorstellen bij onderwijs waarin wetenschap en techniek zijn geïntegreerd? Wat zijn nu voorbeelden van onderwijs waarin principes van ontdekkend en probleemoplossend zijn verwerkt, zoals die in de eerdere hoofdstukken uiteen zijn gezet?

Hoofdstuk 2 (over de doelstelling van wetenschap en techniek in het basisonderwijs) en de teksten van Marin, het NOB- en NTA-project⁷ hebben – hoewel verschillend van aard – gemeenschappelijk dat ze betrekking hebben op wetenschap-, natuur- en techniekonderwijs. Uit deze teksten zijn criteria ontleend waarmee lesmateriaal ten behoeve van wetenschap- en techniekonderwijs geduïd kan worden. De criteria komen terug in vijf stappen die zijn onderscheiden in lesmateriaal dat een wetenschappelijke of een technische opzet heeft. De stappen voor wetenschap- en techniekonderwijs bevatten deels dezelfde en deels andere criteria. Met deze stappen is getracht in het verzamelde lesmateriaal (bijlage 2) de 'wetenschappelijke' en de 'technische' aspecten weer te geven. Hiermee wordt duidelijk welke mogelijkheden dit voorbeeldlesmateriaal heeft voor leraren en leerlingen om het vanuit het perspectief van een 'wetenschappelijke geesteshouding' te gebruiken. De stappen zijn hieronder kort samengevat beschreven en leggen direct een link met de aanpak bij wetenschap- en techniekonderwijs.

Ontwikkeling wetenschappelijke geesteshouding

Stap 1 Vraag-/probleemstelling

In deze stap onderkennen en verkennen kinderen in tweetallen of een klein groepje een probleem, een waarneming of (bij techniek) een behoefte. Al pratend brengen kinderen het probleem, de waarneming of behoefte in kaart en bakenen het af door te observeren, er vragen over te stellen en/of er handelingen mee uit te voeren. Tevens wordt informatie opgezocht (boeken, internet, personen) over wat er al bekend is. Wat weten kinderen er zelf al van?

Stap 2 Vragen formuleren / ontwerpen

De kinderen redeneren over en wegen de opgezochte informatie. Ze bedenken vragen, formuleren oplossingen en maken schetsen en tekeningen van experimenten en ontwerpen (techniek). Ze doen voorspellingen over de uitkomst van de experimenten en de werking van de ontwerpen. Ze zoeken materialen, hulpmiddelen en gereedschappen bij elkaar die ze denken nodig te hebben.

Stap 3 Experiment uitvoeren / product maken

De kinderen zoeken uit hoe het probleem in elkaar zit, ze onderzoeken het. Ze voeren de bedachte experimenten/proefjes op een systematische manier uit waarbij ze diverse materialen en hulpmiddelen gebruiken. Ze verzamelen nauwkeurig meetgegevens en werken

⁷ C. Marin, pedagogisch begeleidster te Lyon, observatie verslag

NOB: NatuurOnderwijs voor de Basisschool, zie: Natuuronderwijs in grote lijnen. T. Kamer-Peeters, 1991, SLO, Enschede

NTA: http://www.icsu.org/8_teachscience/icsu-iap/teachingscience/membre.php4?choixmembre=24

die uit in tabellen, grafieken of diagrammen, beschrijven andere dingen die opvallen, maken foto- of video-opnames en noteren de resultaten.

Of ze bouwen/maken een product volgens hun ontwerpschets en proberen of het de gewenste functie kan vervullen. Ze discussiëren met elkaar over de waarnemingen die ze hebben gedaan en maken vergelijkingen.

Stap 4 Conclusie trekken / product terugkoppelen aan ontwerp

De kinderen ordenen de gegevens, analyseren de resultaten/bevindingen en interpreteren de analyses. Ze vergelijken de uitkomsten met eerdere informatie of hun ontwerpschets.

Ze lezen de mathematisch weergegeven resultaten terug, beredeneren de resultaten, leggen verbanden, formuleren conclusies en doen mondeling of schriftelijk (tekst en/of beeld) verslag. Ze hanteren daarbij de juiste termen.

Stap 5 Presentatie, reflectie en inhoudelijke verdieping

De kinderen presenteren en evalueren hun resultaten en conclusies. Ze reflecteren met elkaar en met de leraar op de uitkomst van het onderzoek, dan wel het tot stand gekomen product. Door discussie vindt informatie uitwisseling plaats tussen de leerlingen. De leraar heeft hierbij een stimulerende en begeleidende rol. Belangrijk is dat zij bij de leerlingen de inhoudelijke conceptontwikkeling nagaat van de begrippen die aan de orde zijn geweest. Indien nodig brengt zij inhoudelijke verdieping aan van de begrippen.

Hiermee is het probleem van implementatie van de wetenschappelijke geesteshouding in het basisonderwijs niet opgelost. Om verschillende redenen wordt veel van het hier aangedragen lesmateriaal niet gebruikt in het basisonderwijs. Dit type activiteiten kost bijvoorbeeld meer tijd dan de 1/2 á 1 uur per week die de meeste leraren nemen voor vakgebieden als natuur- en techniekonderwijs. Belangrijker nog is dat de huidige en toekomstige leraren niet opgeleid zijn en worden om vanuit een wetenschappelijke geesteshouding met kinderen te werken.

Een van de mogelijkheden die in de Verenigde Staten tot goede resultaten heeft geleid wat betreft 'science' onderzoek en taalonderwijs is het IDEAS-project van Romance⁸. Daarin worden science- en taalactiviteiten geïntegreerd en is ruimte voor wetenschappelijke denkprocessen. Ook in Nederland lijken zich daartoe mogelijkheden te ontwikkelen. Het Expertisecentrum Nederlands pleit voor een aanpak in het basisonderwijs van enerzijds instructief taalonderwijs. Anderzijds zou er op scholen meer aandacht moeten zijn voor interactief taalonderwijs binnen authentieke, betekenisvolle contexten⁹. Dergelijke contexten kunnen uitstekend worden geleverd door de wereldoriënterende vakken, waarvan voorbeelden zijn opgenomen in een overzicht (zie tabel 3). Uit het bovenstaande stappenschema 'Ontwikkeling wetenschappelijke geesteshouding' zijn verschillende interactieve taalactiviteiten af te leiden, zoals verwerven en verwerken van informatie (stappen 1, 2 en 4), mondeling en schriftelijk presenteren (stappen 2 en 5), en gesprekken voeren, argumenteren en luisteren naar elkaar (alle stappen).

⁸ Romance, N.R., & Vitale, M.R. (2001). Implementing an In-Depth Expanded Applications in Science Model in Elementary Schools: Multi-year Findings, Research Issues, and Policy Implications. *International Journal of Science Education* 23(4), 373-404

⁹ Verhoeven, L., & Aarnoutse, C. (2000). Interactief taalonderwijs: balans tussen constructief en instructief leren. *Spiegel* 17/18 (3/4), 9-29

Wat betreft de inhoud is voor het hier gepresenteerde voorbeeldlesmateriaal aangegeven met welke handelingspraktijk verbindingen gelegd kunnen worden. Onder 'Afkortingen' (zie tabel 2) is een lijst met een aantal handelingspraktijken opgenomen. Dit is echter een voorlopige lijst, die verder dient te worden uitgebreid en ingevuld.

Ook is in deze voorbeelden niet ingegaan op relaties tussen handelingspraktijken en relevante sleutelbegrippen. Voor een zinvol onderwijsaanbod is het noodzakelijk om een koppeling te maken tussen handelingspraktijken en relevante sleutelbegrippen.

5.2. De leraar en de wetenschappelijke aanpak

De beschreven aanpak vraagt van leraren dat zij bekend zijn met verschillende aspecten van onderzoeken en ontwerpen willen zij in staat zijn om een 'wetenschappelijke geesteshouding' in te brengen in hun onderwijs. In de opleiding van leraren wordt daar geen aandacht aan besteed, hetgeen betekent dat een groot deel van de huidige leraren en de studenten die nu de lerarenopleiding volgen problemen zullen ondervinden om deze aanpak in hun didactisch repertoire op te nemen. Inzicht en ervaring hebben in deze houding is vooral van belang om de vertaalslag naar activiteiten voor kinderen in de onderbouw te kunnen maken. Daardoor worden veel spontane, niet-geplande momenten niet opgepakt.

De meeste zittende leraren hebben tijdens hun opleiding nauwelijks of geen techniekonderwijs gevolgd. Nascholing over techniek (en natuuronderwijs) wordt slechts in zeer beperkte mate gevolgd. Inhoudelijke thema's, de didactiek van het ontwerpend leren, gebruik van materialen en gereedschappen, relaties naar andere vakgebieden toe zijn voor deze leraren onbekend. Ook hier geldt dat door onbekendheid kansen en mogelijkheden om relaties te leggen van techniekonderwijs naar andere dagelijks voorkomende dingen onbenut worden gelaten.

Voor beide situaties zijn verschillende oplossingen mogelijk. Naast het beschikbaar stellen van lessen en concrete materialen met 'wetenschappelijke' of 'techniek' kenmerken, zullen nascholingscursussen ontwikkeld en door leraren gevolgd moeten worden. Hierin kunnen wetenschappers en technici uit de praktijk die bereid zijn en over de kwaliteit beschikken om de 'wetenschappelijke geesteshouding' te vertalen naar de praktijk van het basisonderwijs, dan wel leraren uit het voortgezet onderwijs die over een dergelijke didactisch repertoire beschikken, actief worden betrokken. Ook kunnen deze personen op scholen of in science centra worden ingezet. In VTB is inmiddels een traject gestart met het opzetten van regionale steunpunten waarbij basisscholen zijn betrokken en in scholing van leraren wordt voorzien.

5.3. De kinderen en de wetenschappelijke aanpak

Kinderen zijn echte wetenschappers. Ze treden hun omgeving onbevangen tegemoet en hebben de neiging hun omgeving te leren kennen met hun handen (voelen), hun mond (proeven) en hun neus (ruiken). Het exploreren van de eigen omgeving door ontdekkend bezig te zijn is hen op het lijf geschreven. Ze nemen waar, onderzoeken, verkennen, vragen en filosoferen: het zijn eenvoudige wetenschappelijk getinte activiteiten die zij van nature uiten.

Meisje van 12 jaar

Vroeger dacht ik dat mijn botten van hout waren. Ik voelde in mijn armen en benen harde onderdelen, maar kon ze niet zien. Kennelijk vond ik dat hout het meest in aanmerking kwam als materiaal waarvan de harde onderdelen in mijn armen en be-

nen gemaakt waren.

Jongen, 13 jaar

Ik heb altijd gedacht dat je kinderen kon kopen in een winkel. Alles wat je had kocht je toch in een winkel, waarom kinderen niet? Nu weet ik wel beter...

Zijn ze aanvankelijk gespitst op objecten en details uit hun directe omgeving (hier en nu), naarmate ze ouder worden wordt hun wereld groter, ontwikkelen ze inzichten en kunnen ze dingen met elkaar in verband brengen en samenhang zien (daar en verleden en toekomst). Er is een overgang van de concrete naar de concreet-abstracte wereld. Zo is het lesmateriaal in de onderbouw eenvoudig van aard en wordt gekenmerkt door vrije exploratie, ordenen, vergelijken en sorteren op één en vervolgens meerdere kenmerken. Het bestaat uit concreet materiaal uit de directe omgeving.

In de bovenbouw worden experimenten ontworpen om een vraag te verifiëren en worden bij het onderzoek meerdere factoren veranderd, metingen herhaald, gegevens op verschillende, wiskundige wijzen weergegeven en logisch geïnterpreteerd. Ze zijn in staat -abstracte- verbanden tussen de verschillende waarnemingen te leggen.

Deze aanpak vraagt echter om ruimte en vrijheid. Door kinderen deze ruimte te bieden gebruiken en ontwikkelen ze zo hun eigen cognitieve, senso-motorische en sociaal-emotionele vermogen, samen met hun creativiteit en spiritualiteit.

Bouw	
OB	Onderbouw (groep 1 en 2 (kleuters) of groep 1, 2 en 3)
MB	Middenbouw (groep 3, 4, en 5 of groep 4, 5 en 6)
BB	Bovenbouw (groep 6, 7 en 8 of groep 7 en 8)
Aanpak	
I	Individueel
G	Groepjes (van 2 - 6 personen)
K	Klassikaal, plenair
Wetenschappelijke aspecten (WA)	
Stap 1	Vragen stellen, probleem onder-/verkennen
Stap 2	Bedenken, formuleren, tekenen van oplossingen, voorspellingen en experimenten
Stap 3	Uit-/onderzoeken, experimenteren, waarnemen en beschrijven, metingen verrichten, hulpmiddelen gebruiken, gegevens verzamelen
Stap 4	Analyseren, interpreteren, concluderen
Stap 5	Evalueren, reflecteren, presenteren, verdiepen
Technische aspecten (TA)	
Stap 1	Onder-/herkennen van behoefte/probleem, vragen stellen, afbakenen
Stap 2	Bedenken, formuleren, tekenen van ontwerpen, oplossingen, experimenten
Stap 3	Uitvoeren/maken en testen, proberen, materialen verzamelen, waarnemingen beschrijven, metingen verrichten, gereedschappen gebruiken
Stap 4	Analyseren, interpreteren, concluderen
Stap 5	Gebruiken, reflecteren, presenteren, verdiepen
Handelingspraktijken (HP) (Leefwereldcontexten)	
hu	Huisdieren
el	Eigen lichaam
et	Eigen taal
vo	Voeding
eht	Eigen huis en tuin
esd	Eigen stad of dorp
rel	Relaties
sp	Sport en spel
mu	Muziek
va	Vakantie

Tabel 2 – Afkortingen

5.4. Overzicht voorbeelden lesmateriaal Wetenschap en techniek

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
I. De middeleeuwse stadssamenleving Citogroep	BB	2-5	-	esd	1. Informatie opzoeken, selecteren en verwerken <ul style="list-style-type: none"> - teksten lezen en samenvatten - afbeeldingen bekijken en samenvatten - bronnen selecteren - formuleren nieuwe tekst - nieuwe tekst 'valideren' - teksten presentatoren of voorlezen 	1. Informatie opzoeken, selecteren en verwerken <ul style="list-style-type: none"> - vertellen doel en werkwijze van de les - selecteren bronnen - lees- en schrijftips geven - vragen beantwoorden, verwijzen naar bronnen - nieuwe teksten van leerlingen verifiëren/controleren - presentatie (bege-)leiden - resultaten bespreken met leerlingen - aanvullende informatie geven 	I/G
		1	-	esd	2. Vergelijken huidige stad met middeleeuwse stad <ul style="list-style-type: none"> - vergelijkingen maken in gesprek/discussie 	2. Vergelijken huidige stad met middeleeuwse stad <ul style="list-style-type: none"> - (bege-)leiden gesprek/discussie - tips geven over voeren gesprek/discussie 	G/K
		-	1-5	esd	3. Nabouwen onderdelen van een -middeleeuwse -stad Kies welk object jullie gaan maken. <ul style="list-style-type: none"> - <u>B</u>edenk wat het moet kunnen/doen en maak er een schets van. - <u>O</u>ntwerp hoe het er uitziet en waarvan/mee het gemaakt moet worden. Schrijf de namen van de onderdelen en materialen erbij. - <u>E</u>valueer of het werkt. Gebruik daarbij constructiemateriaal of onderzoek andere objecten die hetzelfde doen/kunnen. - <u>M</u>aak het object en demonstreer het. 	3. Nabouwen onderdelen van een -middeleeuwse -stad <ul style="list-style-type: none"> - in kaart brengen dan wel selecteren mogelijke activiteiten met daaraan gekoppelde technische principes - selecteren materialen en gereedschappen - ontwerpcyclus introduceren (BOEM): #<u>B</u>edenken en schetsen #<u>O</u>ntwerpen en ontwerptekeningen #<u>E</u>valueren en bouwtekeningen #<u>M</u>aken en demonstreren 	G
2. Werken aan techniek Citogroep	BB	-	1-5 1-5	eht sp	1. De Uitdaging: maak een alarm 2. De Uitdaging: Vliegende waterballon Activiteiten als bij I.3	1. De Uitdaging: maak een alarm 2. De Uitdaging: Vliegende waterballon Activiteiten als bij I.3	G

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
3. Wetenschap op Wielen (WOW) NeMo	BB	3-5	-	mu	<p>1. Geluid</p> <p>Kennismaken met geluid</p> <ul style="list-style-type: none"> - ervaren verschillende geluiden - luisteren naar uitleg over wat geluid is - proeven uitvoeren 'Wetten' van geluid - ??? (Toets) <p>Onderzoeken geluid</p> <ul style="list-style-type: none"> - trillingen in oor en keel mbv model trommelvlies en stembanden - luisteren naar uitleg over verplaatsen geluid middels medium <p>Maken muziekinstrumenten</p> <ul style="list-style-type: none"> - zie I.3. - uitleg geven over werking muziek-instrument adhv theorie eerste twee lessen 	<p>1. Geluid</p> <p>Kennismaken met geluid</p> <ul style="list-style-type: none"> - uitvoeren geluidsqiz - uitleg geven over wat geluid is - begeleiden bij proefjes - klassikaal wetten herhalen <p>Onderzoeken geluid</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiaal verzamelen - leerlingen begeleiden bij proefjes - uitleg geven over verplaatsen geluid middels medium <p>Maken muziekinstrumenten</p> <ul style="list-style-type: none"> - zie I.3 	K/G
	MB/BB	3-5	-	vo	<p>2. Voeding</p> <p>Introductie over voeding</p> <ul style="list-style-type: none"> - informatie verzamelen over voedingsmiddelen en waarvoor ze dienen adhv casus en verhaal <p>Wat zit er in voedingsmiddelen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - adhv verpakkingen - proefjes uitvoeren om voedingsstof in voedingsmiddelen aan te tonen - resultaten proefjes presenteren <p>Ontwerpen sportdrink</p> <p>Zie I.3</p>	<p>2. Voeding</p> <p>Introductie over voeding</p> <ul style="list-style-type: none"> - leerlingen informeren over nut van bepaalde voedingsmiddelen mbv casus en verhaal <p>Wat zit er in voedingsmiddelen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiaal verzamelen voor proefjes - leerlingen begeleiden bij uitvoering proefjes - resultaten checken - presentaties resultaten proefjes (bege-)leiden <p>Ontwerpen sportdrink</p> <p>Zie I.3</p>	

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
3. Wetenschap op Wielen (WOW) NeMo (vervolg)	MB/BB	3-5 3	-	eht va	<p>3. Stenen en fossielen</p> <p>Wat is zand?</p> <ul style="list-style-type: none"> - onderzoek uitvoeren naar verschil zand en aarde mbv werkblad, vergrootglas en microscoop - resultaten presenteren - brainstorm over stenen - luisteren naar uitleg ontstaan stenen <p>Wat is een geoloog?</p> <ul style="list-style-type: none"> - luisteren naar uitleg over beroep en samenstelling stenen (mineralen) - onderzoeken stenen - presenteren onderzoek <p>Fossielen</p> <ul style="list-style-type: none"> - luisteren naar uitleg over fossielen - proefjes doen met fossielen - tekenen oorspronkelijke fossiele dier 	<p>3. Stenen en fossielen</p> <p>Wat is zand?</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiaal verzamelen voor proefjes - leerlingen begeleiden bij uitvoering proefjes - resultaten checken - presentaties resultaten proefjes (bege-)leiden - begeleiden brainstorm - uitleg geven over ontstaan van stenen <p>Wat is een geoloog?</p> <ul style="list-style-type: none"> - uitleg geven over beroep geoloog en samenstelling stenen - begeleiden onderzoekje (zie hierboven bij Wat is zand?) <p>Fossielen</p> <ul style="list-style-type: none"> - informatie geven over fossielen - proefjes begeleiden (Zie bij Wat is zand?) 	K/G
4. Rechts- of links-handig P. Levelt	OB/MB	1-5	-	el	<p>1. Rechts- of linkshandig?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ervaren/waarnemen welke hand ze gebruiken bij bepaalde activiteiten - adhv concrete waarnemingen conclusies trekken over links-,rechts of 'twee'-handigheid - luisteren naar informatie en uitvoeren ondersteunende activiteiten - zelfstandig activiteiten herhalen in kleine kring (groepje, familie) - presenteren resultaten - luisteren naar/ervaringen delen over 'lijken op'(erfelijkheid) - overdenken en praten over consequenties links- en rechtshandigheid in praktijk (knippen, hockeyen) 	<p>1. Rechts- of linkshandig?</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiaal verzamelen - klassikaal uitvoeren activiteiten en waarnemen handelingen - begeleiden bij trekken van conclusies - activiteit zelfstandig laten herhalen in kleine groepjes - mondeling informatie verstrekken en ondersteunen met concrete voorbeelden - activiteit thuis laten herhalen - resultaten bespreken - gesprek leiden over 'lijken op'(erfelijkheid) - begeleiden gesprek over consequenties links- en rechtshandigheid in praktijk adhv gereedschappen (schaar, hockeystick)) 	K/G

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
5. Geesteswetenschappen Uit: Taal in andere vakken: Mijn familie (1) en (2); Bij ons thuis (SLO)	MB/BB	2-5	-	rel	1. Wie ben ik? Waar kom ik vandaan? Wie zijn mijn (groot-)ouders en waar komen zij vandaan? Wat hebben ze meegemaakt? – luisteren naar bedoeling van en werkwijze bij de lessen – vragen stellen – aanpak voorstellen – diverse bronnen raadplegen en beoordelen – interviews voorbereiden en afnemen – informatie selecteren en verwerken – teksten en beelden creëren ter beantwoording van vragen – presenteren resultaten – reflecteren op resultaten (validatie)	1. Wie ben ik? etc. – vertellen doel en werkwijze van de les – selecteren bronnen – lees- en schrijftips geven – vragen beantwoorden, verwijzen naar bronnen – nieuwe teksten van leerlingen verifiëren/controleren – presentatie (bege-)leiden – resultaten bespreken met leerlingen – aanvullende informatie geven – van klein naar groot: generaliseren	K/G/I
6. Meervoud in het Nederlands P. Levelt	MB	1/2-5	-	et	1. Meervoud in het Nederlands – bewust worden van meervoudsvormen – onderzoeken en ontdekken van regels – ontdekken en beseffen van uitzonderingen	1. Meervoud in het Nederlands – bewust maken van meervoudsvormen – met leerlingen onderzoeken en ontdekken hoe regels in elkaar zitten adhv 'als..dan..' redeneringen en tegenvoorbeelden	K/G

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
7. De Wichelroede in woord en beeld. Ideeënboek Meerv. Intell. St. Onderwijsbeg. Midden-Brabant	?	-	3-5 (?)	?	1. Breinkwekers <ul style="list-style-type: none"> - uitvoeren activiteiten op logisch-mathematisch, visueel-ruimtelijk en technische- en interpersoonlijke gebied - vastleggen resultaten in portfolio - reflecteren op resultaten 	1. Breinkwekers <ul style="list-style-type: none"> - voorbereiden materialen - instrueren werkwijze - begeleiden bij opdrachten - begeleiden bij vastleggen resultaten - bespreken resultaten 	G
8. Ordeningsopgaven Read (1995)	MB/BB	3	-	?	1. Voorbeelden <ul style="list-style-type: none"> - leerlingen zoeken mbv informatie de juiste dingen bij elkaar 	1. Voorbeelden <ul style="list-style-type: none"> - verzamelen materialen en informatie - instrueren werkwijze 	K/G
9. Craigen & Ward (1994)	OB/MB BB	?	?	?	1. Diverse activiteiten	1. Diverse activiteiten	G

10. 'Taal in andere vakken': Je eigen blad terugvinden, Zoekkaart maken, Takkenwerk, Hoe noem je dat SLO	BB	2-5		eht	<p>1. Thema 'Wat is dat?'</p> <ul style="list-style-type: none"> - ervaren en ontdekken begrip 'kenmerk' - leren onderscheid maken tussen individuele en soortkenmerken - verwoorden, noteren van kenmerken - reflecteren op ervaringen - ordenen van verzameling objecten - hanteren determinersleutel - waarnemen aan objecten - gebruiken van hulpmiddelen (loep, microscoop) - open staan en genieten van details - benoemen van onderdelen in (soortgelijke) objecten - omgaan met vaktermen 	<p>1. Thema 'Wat is dat?'</p> <ul style="list-style-type: none"> - onderzoeksplaats uitzoeken - materiaal en hulpmiddelen verzamelen - werkwijze uitleggen - begeleiden activiteiten van kinderen - gesprekken voeren met kinderen - reflecteren op resultaten 	K/G
--	----	-----	--	-----	--	--	-----

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
11. Uit de Grabbelton SLO	OB	3-5	-	eht	1. Spiegels <ul style="list-style-type: none"> - experimenteren met spiegels - ontdekken van symmetrie - ontdekken spiegelende eigenschappen van objecten 	1. Spiegels <ul style="list-style-type: none"> - verzamelen materiaal - begeleiden van de activiteiten - bespreken ontdekkingen 	K/G
	BB	1-5	-	sp	2. Stuiterbal <ul style="list-style-type: none"> - vragen formuleren over stuiteren van ballen - onderzoeken stuitergedrag van ballen - resultaten noteren - conclusies trekken - reflectie op conclusies 	2. Stuiterbal <ul style="list-style-type: none"> - verzamelen materialen en hulpmiddelen - inleiden stuitergedrag ballen - begeleiden bij formuleren vragen - begeleiden bij uitvoering onderzoek - discussie resultaten 	
12. HANO-map SLO/UT	OB	3-5	-	eht	1. Waterige mengsels <ul style="list-style-type: none"> - experimenteren met concreet materiaal - ontdekken van begrippen als mengen, oplossen, helder, ondoorzichtig - praten over ervaringen en ontdekkingen - verwoorden van resultaten 	1. Waterige mengsels <ul style="list-style-type: none"> - verzamelen materialen en hulpmiddelen - introductie van het thema - instructie over werkwijze - begeleiden van activiteiten - reflecteren op resultaten 	K/G

Inhoud + Bron	Bouw	WA	TA	HP	Leerlingactiviteiten	Leraaractiviteiten	Aanpak
13. KidNET UT/SLO	BB	-	1-5	eht	1. Samen robots ontwerpen Zie I.3	1. Samen robots ontwerpen Zie I.3	K/G
		1-5	-	eht	2. Ontwerpend leren in natuuronderwijs <ul style="list-style-type: none"> - werken met denkvragen adhv heuristisch - vragen formuleren - informatie verwerven, selecteren en verwerken - observeren van objecten - resultaten verwerken in verslag - presenteren resultaten 	2. Ontwerpend leren in natuuronderwijs <ul style="list-style-type: none"> - materiaal verzamelen - introductie van het thema - instructie over werkwijze - begeleiden van activiteiten - reflecteren op resultaten 	

6. VAN VISIE NAAR SPEELVELD: BOUWSTENEN VOOR EEN INVOERINGSSTRATEGIE

Een visiedocument over wat de essenties zijn van een wetenschappelijke attitude in het basisonderwijs brengt als zodanig nog geen mensen in beweging. Op basis van de ervaringen met VTB en vergelijkbare grootschalige vernieuwingstrajecten in het basisonderwijs volgt onderstaand een zeer beknopte opsomming van de belangrijkste bouwstenen van een invoeringsstrategie. De uitwerking per item kan in dit kader niet meer dan zeer beperkt zijn en moge daardoor wellicht triviaal lijken, maar laat het belang ervan overigens onverlet.

De volgorde van de opsomming is betrekkelijk willekeurig.

6.1. Vóór alles: sluit aan op de reguliere doelstellingen van basisscholen

Ga bij alle activiteiten uit van de mogelijkheden én drijfveren van basisscholen om onderwijs te vernieuwen. Probeer 'wetenschap' (net zo min als 'techniek') niet als extra doelstelling aan basisscholen op te dringen, boven op de vele andere innovatiedoelstellingen van basisscholen. In die 'concurrentieslag' heeft wetenschap noch techniek nu immers geen sterke positie. Veel scholen en leerkrachten hebben zich namelijk nog geen compleet beeld kunnen vormen van de meerwaarde hiervan voor hun onderwijs.

Andere onderwerpen krijgen meestal hogere prioriteit, omdat

- ouders of inspectie expliciet vragen naar de desbetreffende verrichtingen van de school
- leerkrachten vanuit hun eigen opleiding of achtergrond meer affiniteit hebben met andere onderwerpen
- kant-en-klare én goedkope methoden en materialen van uitgeverijen zijn
- de onderwerpen van belang zijn voor een goede CITO-score

Kies er voor om wetenschap in te zetten als middel voor basisscholen om hun reguliere doelstellingen en activiteiten beter te kunnen realiseren. Motto moet zijn dat met wetenschap een rijke leeromgeving voor scholieren kan worden gerealiseerd. Een 'rijke leeromgeving' wil zeggen: motiverend en uitdagend, een realistisch, aantrekkelijk beeld van het wetenschappelijk domein en geïntegreerd in de kerndoelen van het basisonderwijs. Deze brede benaderingswijze van wetenschap – in de kern onderzoekend leren – kan zich richten op de meerdere gezichtspunten:

Integratie in inhoud

Wetenschap moet niet geïsoleerd worden 'gepusht' als een vak, maar vanuit een primair didactische benadering ondersteunend zijn aan het totaal van ontwikkelingen en kennisgebieden waarmee een kind in aanraking komt. Dit maakt op de school allerhande verbindingen mogelijk tussen wetenschap en bijvoorbeeld wereldoriëntatie, rekenen, taalverwerving, ICT en...techniek. Hierdoor kunnen deze doorgaans abstracte vakgebieden meer binnen de belevingswereld van kinderen worden gebracht en mede daardoor de motivatie van leerlingen voor het zich eigen maken hiervan vergroot worden.

Integratie in didactiek

Wetenschap kan met haar nadruk op onderzoekend leren bij uitstek bijdragen aan verrijking van de onderwijskundige vernieuwingen die de basisscholen doormaken dan wel ambiëren, zoals in

het kader van het Nieuwe Leren. In feite draagt 'wetenschap' op deze wijze bij aan de ontwikkeling van heuristische bij kinderen in de basisschoolleeftijd.

Dat is geen geforceerde activiteit, maar speelt in op de behoefte van kinderen om fenomenen en artefacten in hun omgeving te ontdekken c.q. te doorgronden. Zie ook de uiteenzetting in hoofdstuk 2 op dit punt.

Als voorbeeld is in onderstaand schema de relatie tussen natuurwetenschap en techniek weergegeven.

Invalshoek	Activiteit	Inhoudelijk domein	Kerncompetenties	Resultaat
natuurwetenschap	Onderzoekend leren: Leren ontdekken en van fenomenen en stoffen/materialen	Fysische, chemische en biologische grondslagen zoals kleur, geluid, magnetisme, kracht, ...	Ontwerpen – uitvoeren – evalueren van een experiment	Theorie
techniek	Probleemoplossend leren: Leren om doelgericht deze fenomenen en stoffen in te zetten voor een behoefte of probleem	Toepassing van deze grondslagen in de vorm van constructies, overbrengingen, besturingen en energie-omzettingen	Ontwerpen – uitvoeren – evalueren van een productieproces	Product of dienst

Tabel 4 – Samenhang natuurwetenschap en techniek

Integratie in maatschappelijke omgeving

Wetenschap kan – net als techniek – zowel inhoudelijk als didactisch vliegwiel voor een nieuwe relatie tussen school en maatschappelijke omgeving, gericht op het realiseren van die rijke, motiverende leersituaties zoals hierboven genoemd. Met wetenschap en techniek kunnen leersituaties vanuit de samenleving de school in worden gehaald en vice versa¹⁰. Bedrijven, wetenschappelijke instellingen, science centers en dergelijke in de omgeving van de school zijn daarvoor essentieel als partner.

Wetenschap is hiermee veel meer en vooral anders dan een vak op het rooster. Het is met haar nadruk op onderzoekend leren drijfveer voor vernieuwing van het basisonderwijs op een breed front: inhoudelijk, onderwijskundig en qua relatie met de bredere maatschappelijke omgeving

Dit eerste punt – sluit aan op de reguliere doelstellingen van basisscholen – staat aan de basis van alle andere bouwstenen van de invoeringsstrategie: aan de wijze waarop het belang van wetenschap wordt gecommuniceerd, de wijze waarop een ondersteuningsaanbod wordt vorm gegeven, de wijze waarop scholen in de gelegenheid worden gesteld om in te stappen en aan de wijze waarop kwaliteit wordt gedefinieerd en geïnstrumenteerd.

¹⁰ Dit is overigens een reguliere doelstelling van het basisonderwijs in het kader van wereldoriëntatie en – in engere zin – schoolloopbaanoriëntatie: hoe ziet de wereld om mij er uit; wat voor rollen kan en wil ik daar later wellicht in spelen?

6.2. Zorg op alle mogelijke manieren voor legitimatie

Vooruitlopend op 6.4: 5-10% van de scholen is intrinsiek gemotiveerd en innovatief. Dit zijn de voorlopers op allerhande gebied. De meeste andere scholen worden echter extrinsiek gemotiveerd. Zij komen in beweging als wetenschap passief (gedogend) of actief (stimulerend/voorschrijvend)gelegitimeerd wordt door hun omgeving, zoals:

- Omdat inhoudelijke domeinen uit de wetenschap in kerndoelen staan. Op zich is dit geen sterk mechanisme; scholen oriënteren zich immers niet sterk op de kerndoelen. Wél is het zo dat kerndoelen andere partijen in beweging brengt (zie hieronder) die wel doorwerking hebben naar een doorsnee-school.
- Omdat de inspectie het expliciet opneemt in haar schooltoezicht.
- Omdat thema's uit de wetenschap maar met name het onderzoekend leren geïntegreerd zijn in de nieuwe methode van de uitgever.
- Omdat andere scholen in de omgeving ook aan de gang gaan.
- Omdat de (CITO-)toetsing ook wetenschappelijke competenties bestrijkt.

NB. Legitimering heeft vaak de connotatie van een louter 'top-down'aanpak: scholen dienen zich te voegen naar landelijke kaders. In het kader van VTB wordt het omgekeerde nagestreefd: landelijke kaders in lijn brengen met de beoogde innovatiebeweging in de scholen. Concreet voorbeeld is de inhoudelijke invulling van het kwaliteitskader van de inspectie inzake de verrichtingen van basisscholen op het gebied van techniek; deze is geheel in lijn met VTB.

6.3. Versterk je legitimiteit met good practices

Good practices op de drie dimensies genoemd onder 6.1 kunnen voor een school de meerwaarde van wetenschap harder en overtuigender maken. Dat betreft 'good practices' van basisscholen die wetenschap vanuit hun eigen onderwijsvisie een duurzame plek geven in hun programma. Bijvoorbeeld door wetenschap te gebruiken om andere vakgebieden aantrekkelijker of beter begrijpbaar te maken. Of om kinderen te leren zelf verklaringen te bedenken voor een fenomeen en deze vervolgens te onderzoeken, al dan niet leidend tot het realiseren van oplossingen voor een probleem of behoefte (dan zitten we in de techniek!). Al deze 'good practices' hebben met elkaar gemeen dat wetenschap op een aantrekkelijke manier wordt geprofileerd, naar de leerlingen, naar ouders en naar het schoolteam.

Good practices werken overigens averechts wanneer ze gekoppeld worden aan de louter zeer innovatieve scholen. 'Dat kunnen wij dus nooit', zal dan de reactie van andere basisscholen zijn. In het kader van VTB worden daarom circa 20 portretten van basisscholen in verschillende ontwikkelingsstadia gemaakt. Iedere andere school kan zich daardoor spiegelen aan een of meer portretten van verwante scholen.

6.4. Differentieer de innovatiestrategie overeenkomstig de verschillen in innovatiekracht van basisscholen

Scholen zijn in zeer wisselende mate in staat en bereid om te innoveren. Elk ontwikkelingsstadium vereist kent zijn eigen stakeholders in de organisatie, met zijn eigen specifieke benadering en vereiste ondersteuning.

Onderstaand ter illustratie de wijze waarop de groep van ca. 8000 basisscholen in het kader van VTB in een eerste benadering is gesegmenteerd in 3 groepen.

Cat	Profiel	Behoeft aan...	Opgave voor VTB	Ingang voor VTB	Aanbod/actie vanuit VTB
1	Proberen in de klas School doet nu nog (vrijwel) niets. Afhankelijk van één leerkracht, wellicht met sanctionerend directielid. Aantal nu: 3000-4000?	Zeer laagdrempelig lesmateriaal: kant-en-klaar, niet ingewikkeld. Combi met methode natuuronderwijs	Bevorderen dat de eerste kennismaking geslaagd is: goed effect in de klas, niet al te ingewikkeld voor de leerkracht	Leerkrachten	Website met lesmateriaal. Idem info over scholen/netwerken in de buurt die al bezig zijn Idem info over bedrijfsoriëntaties en andere activiteiten vanuit bedrijfsleven. Idem over activiteiten science. Combi met uitgevers (m.n. natuur, science) Portretten inspectie. Regiobijeenkomsten (VONK e.d.) Landelijke draaggolfacties zoals school-tv e.d.
2	Bouwen in het team en de school School is al een tijdje geïsoleerd en incidenteel bezig, bijv. in een specifieke bouw, projectweek. Gedragen door een of twee meer of minder enthousiaste leerkrachten. Directie wel sanctionerend maar nog niet actief stimulerend. Komt nog niet veel verder door onvoldoende draagvlak, expertise, capaciteit, tijd, geld. Aantal nu: 2000-3000?	Als 1. Daarnaast scholing door PABO/OBD voor leerkrachten + verkort traject voor directies Extra ondersteuning voor vervolg binnen de school (PABO/LIO, OBD, VBTA e.d.)	De meest kritische fase van de 3! Bevorderen dat de school/leerkracht beschikking krijgt over de goede expertise om het geïsoleerde initiatief binnen de school te verbreden	Leerkrachten en directies	Als 1. Daarnaast organiseren of bevorderen kwaliteitsaanbod scholing en coaching vanuit PABO/OBD en partijen als VBTA. Landelijke draaggolfacties via bijv. landelijke besturen. Deel van de stimuleringsbijdrage?
3	Borgen in de organisatie en regio School is al een aantal jaren bezig. De aanpak is echter nog broos, omdat op lang niet alle aspecten techniek is geborgd in de school. Aantal nu: 500-1000?	Als 1 en 2. Daarnaast partners om de borging te organiseren, zoals andere scholen, reg. overheden en bedrijfstakken, Technocentra, science centra.	Bevorderen dat deze scholen niet blijven hangen, maar echt VTB worden door combinatie van legitimeren en faciliteren	Directies en coördinatoren/trekkers	Als 1 en 2. Daarnaast bevorderen van aanbod aan regionale netwerken en steunpunten. Stimuleringsbijdrage, leidend tot VTB-keurmerk.

Tabel 5 – Segmentatie van basisscholen naar oriëntatie op techniek

6.5. Definieer een kwaliteitsnorm (als richtsnoer, niet als blauwdruk)

“Wanneer zijn we nu goed bezig?” is een vraag die een school snel zal stellen. Dat geldt temeer voor de grote groep van basisscholen die niet over veel visie en innovatiekracht beschikt. Hoe instrumenteren we deze vraag? Daarvoor zijn twee zaken aan de orde.

De norm

Het is daarom belangrijk – een open deur feitelijk – om een norm te definiëren. Het visiedocument bevat daarvoor het conceptuele kader in de uitwerking van de inhoudelijke en didactische betekenis van wetenschap in het basisonderwijs. Zij biedt daarmee het noodzakelijke referentiekader om bijvoorbeeld materialen en ondersteuningsaanbod van derden te beoordelen op hun integriteit en

soliditeit. Zonder norm geen koers; noch voor scholen, noch voor partijen op landelijk niveau die wetenschap in versterkte mate willen agenderen/invoeren.

Het proces; ontwikkeling en borging

Kwaliteit heeft óók een ontwikkelingsdimensie; niemand realiseert immers in één keer de norm. Dát veronderstellen zou zelfs een averechts effect teweeg brengen op de motivatie van scholen. Dit betekent dat op zijn minst een minimumniveau gedefinieerd moet worden dat a) vanzelfsprekend consistent is met de norm, b) evenwel nog niet zover reikt, maar c) in ieder geval maximale waarborgen biedt dat de invoering van wetenschap in voldoende mate geborgd is in de school. Dat betekent dat het einddoel weliswaar nog niet bereikt is – zo dat überhaupt mogelijk is – maar de school wel in een groeiproces daar naar toe is.

Om enige zekerheid te hebben over die borging moeten in de kern drie zaken geregeld zijn:

- De wetenschappelijke benadering is geïntegreerd in de visie van de school op leerprocessen en in het beleid
- In de organisatie is formatie vrijgemaakt die tot taak heeft om de invoering te ondersteunen en te voeren
- In onderwijsprogramma's, op de werkvloer, van tenminste een aantal groepen wordt de wetenschappelijke benadering al toegepast.

Deze normatieve en procesmatige benadering moeten onderdeel uitmaken van de benadering van de basisscholen: in de communicatie, in de feitelijke ondersteuning + inrichting van het aanbod en in de monitoring. Eén eenduidig referentiekader, met daarbinnen ruimte voor de scholen om eigen afwegingen te maken inzake tempo en accenten. Voor scholen die hiermee serieus aan de gang gaan en hun didactiek op basis hiervan vernieuwen is dit immers een leer- en innovatieproces; een ontdekkingsreis die een begin kent, waarin elke bestemming weer perspectief biedt op nieuwe horizonten, maar de reis nooit ten einde komt.

6.6. Organiseer ondersteuning van de scholen

Basisscholen kunnen en willen vernieuwingslagen als de onderhavige zelden alleen aan, maar hebben steun nodig. Als ze het belangrijk genoeg vinden gaan ze die zelf organiseren. Doorgaans leidt afwezigheid van goede ondersteuning echter tot geen, zeer beperkte of kwalitatief suboptimale activiteiten op het gebied van de gewenste vernieuwing, met alle gevolgen van dien.

Die ondersteuning moet primair regionaal georganiseerd worden, in de letterlijke en figuurlijke omgeving van de basisschool. PABO en OBD zijn daarin doorgaans de meeste vertrouwde partner. In toenemende mate zullen ook schoolbesturen c.q. bovenschools management hierin zelf een rol gaan vervullen. Daarnaast is echter ook nadrukkelijk ruimte geboden voor andere partijen:

- Science centra, ontdekhoeken, bedrijven, wetenschappelijke instellingen e.d. voor de relatie naar de praktijk.
- Voortgezet onderwijs en beroepsonderwijs, voor de relatie naar het vervolgonderwijs, als brug naar bedrijven en instellingen en voor (bescheiden) infrastructuur.
- Regionale overheden, voor de match met regionaal sociaal-economisch beleid.
- Technocentra en andere partijen.

Deelname van PABO's in deze regio's is essentieel. De PABO kan ondersteuning geven aan de basisscholen en kan én moet tegelijkertijd zelf ook vernieuwen. Dat laatste is overigens niet vanzelfsprekend en moet daarom expliciet onderdeel van een invoeringsstrategie zijn. Daarmee wordt de uitstroom van nieuwe leraren bevorderd die techniek op een vernieuwende wijze kunnen inbrengen op de basisschool.

Daarnaast is er een tweede spoor om scholen en met name de leerlingen direct enthousiast te krijgen. Bedrijfsleven, kennisinstellingen en science centra zijn essentieel als partner om wetenschap letterlijk in beeld te helpen brengen. Ook buitenlandse ervaringen bevestigen de kracht van dergelijke mensen uit kringen zoals KNAW, universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven. Vanuit hun eigen praktijk van wetenschap en techniek kunnen zij een authentieke, motiverende leersituatie

Die regionale ondersteuningsstructuur opereert overigens niet als vanzelf optimaal, zeker niet bij aanvang. Dit betekent:

- Waar nodig en mogelijk scherpe selectie van partijen die een regionale ondersteuningsfunctie ambiëren.
- Investeren in de professionalisering van deze ondersteuners: landelijke workshops/nascholing, onderlinge kennisuitwisseling e.d.
- Investeren in de monitoring en begeleiding/sturing van deze regionale aanbieders.
- Voldoende ruimte voor de scholen om zélf (mee) te beslissen over de keuze van aanbod en aanbieder.

6.7. Organiseer landelijk aanbod

Zeker daar waar scholen en andere direct betrokken partijen niet direct zicht hebben op wat er al aan materialen en ervaringen is, zal al gauw de neiging ontstaan om veel zelf uit te gaan vinden. Uit didactisch oogpunt is dat acceptabel mits in zeer beperkte mate. Alles zelf willen ontwikkelen gaat echter ten koste van zeer veel tijd, geld en kwaliteit. Niet doen dus, en ook niet stimuleren bij de scholen.

Belangrijk is dat de scholen vrij snel en laagdrempelig zicht hebben op wat er al aan materialen en expertise/ervaringen 'te koop' is. Regionaal en met name landelijk kan dat gefaciliteerd worden met bijvoorbeeld:

- Vrij toegankelijke databases met (informatie over) leermiddelen, good practices en andere voorzieningen (excursiemogelijkheden, gastlessen etc etc.). Waar mogelijk voorzien van gebruikerservaringen.
- Standaardmateriaal voor regionaal te realiseren nascholingscursussen voor leerkrachten basisonderwijs.
- Regionale en/of landelijke ambassadeurs die scholen behulpzaam zijn met de eerste oriëntatieslag: Is het wat voor mij? Wat komt er bij kijken? En met name: waar en hoe te beginnen? Hoe dichter deze ambassadeurs bij de dagelijkse praktijk van de scholen staan, des te geloofwaardiger ze zijn.

NB. Gezien het verschil in scholen – zie punt 4 – is het ook belangrijk om in het aanbod te differentiëren naar materiaal gericht op de individuele docent die een keer vrijblijvend wil snuffelen voor een uurtje in de klas of op bijvoorbeeld een coördinator-in-spé die op zoek is naar voorbeelden van een doorgaande leerlijn van groep 1 t/m groep 8.

Zeker voor de langere termijn spelen uitgevers en leveranciers in dezen een belangrijke rol. Zij zijn immers de partijen die duurzaamheid kunnen geven aan het initiatief door de essenties van de wetenschappelijke benadering op te nemen in hun methoden. Deze partijen komen overigens pas

in beweging als er voldoende perspectief is op “massa”, omdat bijvoorbeeld ook de PABO’s meedoen, omdat het ministerie of de inspectie het opneemt in hun kaders, omdat het in de CITO-toets is opgenomen etc. De doorlooptijd van een reguliere methode bedraagt ongeveer 7 jaar.

6.8. Krachtenbundeling

Om daadwerkelijk massa en duurzaamheid te realiseren is het belangrijk om het initiatief niet krampachtig alleen zelf te willen houden, maar om dit te delen met c.q. aan te haken op andere partijen met een gelijkgerichte agenda wat betreft de vernieuwing van het basisonderwijs. Met name in het licht van het gestelde onder 1 (matchen met de reguliere doelstellingen van basisscholen) is het van belang om aan te haken bij /synergie te maken met dergelijke verwante initiatieven. Vanzelfsprekend betreft dit in de eerste plaats een bundeling van initiatieven op het gebied van wetenschap en techniek.

In de voorgaande punten zijn al veel van deze partijen genoemd. Deze lijst kan overigens moeiteloos worden uitgebreid met vele andere spelers op regionaal en landelijk niveau. Basisvoorwaarde is dat partijen dezelfde probleemanalyse delen alsmede dezelfde visie op de oplossingsstrategie.

Kies hierbij voor een georkestreerde aanpak van alle bovenstaande items. Een one-item-approach is gedoemd te mislukken.

BIJLAGE 1 - SAMENSTELLING EXPERTGROEP

De expertgroep Wetenschap en Techniek in het basisonderwijs bestond uit de volgende personen:

Boersma	- KNAW
Van den Bogaert	- Nemo
De Bruijn	- Hobéon; VTB
Dijkgraaf	- KNAW
Ellermeijer	- Amstel Instituut
Glimmerveen	- Deltapunt
Gommers	- Programmabureau VTB
Van Graft	- SLO
Kuiper	- KNAW
Levelt	- KNAW, waarnemend voorzitter
Robillard	- KNAW
Thijssen	- Citogroep
Wijnen	- programmaraad VTB, voorzitter
Worp	- KNAW

BIJLAGE 2 – VOORBEEDEN VAN LESMATERIAAL

BIJLAGE 3 - BEOORDELEN VAN COMPETENTIES

In het 'nieuwe leren' worden leerlingen gestimuleerd om competenties te ontwikkelen met behulp van divergente, praktische opdrachten. Er wordt minder aanbodgericht geleerd, en meer dialooggestuurd in betekenisvolle omgevingen. Hierbij past een nieuwe vorm van beoordelen. Zowel in binnen- als buitenland zijn verschillende projecten gestart om zicht te krijgen op de problematiek van het competentiegericht leren en het beoordelen van competenties. De Citogroep heeft geparticipeerd in een project waarover onlangs gerapporteerd is (van Elsen e.a., 2004). In het project zijn zes kerncompetenties voor vmbo-leerlingen geformuleerd:

- Eigen werk organiseren
- Voorbereiden van een taak/opdracht
- Uitvoeren van een taak opdracht
- Presentatie verzorgen
- Samenwerken
- Evalueren en reflecteren

Om het niveau van een competentie van een leerling te kunnen vaststellen ofwel beoordelen is een beoordelingsmodel ontwikkeld. In dit model zijn per competentie beoordelingsaspecten onderscheiden. Bij elk beoordelingsaspect zijn indicatoren opgesteld. Een indicator geeft aan waarop de beoordelaar bij de beoordeling moet letten en is daarom geformuleerd in termen van waarneembaar gedrag of resultaat. Vervolgens is gewerkt aan de ontwikkeling van een digitaal beoordelingsinstrument voor de competentie 'voorbereiden van een taak/opdracht'. Uit de pilot met de eerste versie van het beoordelingsinstrument bleek dat het wenselijk is om te beschikken over een docentversie en een versie in leerlingtaal. Op de volgende pagina is de docentversie van het instrument bij 'voorbereiden van een taak/opdracht' afgebeeld.

Voor het volledige rapport verwijzen wij naar de CITO Toetswijzer op het internet (<http://toetswijzer.kennisnet.nl>). Daar staat ook andere informatie over de ontwikkeling van theoretische en praktische opdrachten en competentiegericht beoordelen.

Literatuur:

van Elsen, E.,e.a. (2004), Praktische Gids, Competentiegericht leren, begeleiden en beoordelen in het VMBO, Esloo onderwijsgroep, Northgo College, Citogroep en Rovict b.v.

Voorbeeld van een beoordelingsmodel bij de competentie 'voorbereiden van een taak', docentversie

Klas: _____
 Naam / namen van de groepsleden: _____
 Beschrijving opdracht: _____
 Naam begeleider: _____
 Datum: _____

Per indicator (omschreven in concreet te tonen gedrag) is de volgende beoordelingsschaal van toepassing:

- score 1= afwezig, met veel gerichte hulp en sturing van de begeleider te verbeteren
- score 2= nog niet voldoende, belangrijke onderdelen zijn met hulp van de begeleider te verbeteren
- score 3= voldoende en meestal zelfstandig uitgewerkt, sommige onderdelen zijn te verbeteren
- score 4= uitstekend en zeer zelfstandig uitgewerkt met slechts enkele tips van de begeleider

1 Helder krijgen wat het beoogde resultaat is	1	2	3	4
leest de opdracht nauwkeurig en toont aan/legt uit dat de opdracht begrepen is	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt het eigen belang en de eigen motivatie voor de opdracht duidelijk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geeft de eisen aan waaraan het resultaat van de opdracht moet voldoen (inhoud, omvang, presentatievorm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt duidelijk welke geleerde kennis, vaardigheden en ervaringen van pas kunnen komen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt duidelijk wat er nog aan kennis, vaardigheden en ervaringen ontbreekt en dus nog geleerd of gevraagd moet worden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
stelt zo nodig de juiste/passende vragen om onduidelijkheden helder te krijgen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt zo nodig de juiste/passende eigen keuzes, bijvoorbeeld om te komen tot een noodzakelijke inperking of tot de keuze van de presentatievorm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Een aanpak kiezen	1	2	3	4
maakt duidelijk met welke stappen/op welke manier het resultaat kan worden bereikt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt duidelijk welke hulpbronnen (mensen, middelen, materialen) nodig zijn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt duidelijk welke taken/activiteiten/werkzaamheden nodig zijn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
maakt met een planning in de tijd een realistische inschatting van de tijdsduur van taken en wanneer deze taken klaar kunnen zijn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Bepalen of de uitvoering kan starten en risico's inschatten	1	2	3	4
heeft op het juiste moment/afgesproken moment een gesprek met de begeleider over de kwaliteit van de voorbereiding	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geeft het beoogde resultaat (inhoud, omvang, presentatievorm) en de aanpak (stappen/fasen, hulpbronnen, taken, tijdsplanning) duidelijk weer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geeft aan welke risico's/tegevallen zijn te verwachten en wat je daaraan tijdens de uitvoering en de afronding kunt doen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
verwerkt reacties en aandachtspunten van de begeleider op een passende manier en start pas met de uitvoering na het groen licht van de begeleider	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Reset

