

Een brug tussen

Over het oplossen van meetproblemen

In dit artikel gaat het om doen versus denken bij rekenwiskunde activiteiten die geschikt zijn voor de groepen 6 t/m 8 van het basisonderwijs en voor het pabo-onderwijs. De auteurs hopen duidelijk te maken dat zij doen en denken graag zien als een samenhangend geheel en niet als een tegenstelling. Dat gebeurt aan de hand van enkele activiteiten rondom wegen. Daarmee komen zij terecht in een belangrijk raakvlak van de leergebieden rekenen-wiskunde en natuur-techniek, namelijk meten en het oplossen van meetproblemen. De activiteiten zijn op het RekenWeb terug te vinden. Het artikel komt voort uit een workshop die werd gegeven tijdens de Nationale Reken Dagen 2009 te Noordwijkerhout.

De kern(doelen)

We beginnen het artikel vanuit de kerndoelen van beide leergebieden. Die zijn vaak ongrijpbaar abstract, maar in deze is het nuttig om even te kijken wat er staat (zie figuur 1). Het gaat hier met name om kerndoelen in de sfeer van meten en techniek en die gericht zijn op het oplossen van problemen.

Rekenen-Wiskunde

De leerlingen leren praktische en formele rekenwiskundige problemen op te lossen en redeneringen helder weer te geven (kerndoel 24).

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (kerndoel 33).

Natuur-Techniek

De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren (kerndoel 45).

De leerlingen leren onderzoek te doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur (kerndoel 42).

De kerndoelen van rekenen-wiskunde en natuur-techniek vergeleken op het punt van het oplossen van problemen in de sfeer van meten en techniek

Vanuit deze vier kerndoelen leidt het denkscenario tot leerlinggedrag dat te typeren is als uitproberend, nadenkend/reflecterend en observerend (met het hoofd) en leidt het doenscenario tot de typering prutsend, construerend en metend (met de handen). In de praktijk van alledag op de basisschool ligt bij rekenen-wiskunde het accent op de eerste en bij natuur-techniek op de laatste typering.

Met het hoofd (de denker)

Werken vanuit het hoofd is misschien wel de rekenwiskundige methode. Er wordt dan gewerkt met simulaties, met modellen van de werkelijkheid, waar nuttige en leuke rekenwiskundige activiteiten aan gerelateerd kunnen worden.

Natuurlijk wordt in realistisch rekenwiskunde onderwijs veel aandacht besteed aan de inbedding in een betekenisvolle situatie, maar een belangrijk deel van de basisvaardigheden is gebouwd op de 'abstracte wiskundewereld' die slechts met het hoofd tot een voorstelling en vaardigheid kan worden gebracht. In toenemende mate zien we hier computeractiviteiten toegevoegd worden aan de traditionele rekenwiskunde methode. Dit is enerzijds een verrijking omdat sneller naar een hoger niveau van redeneren kan worden doorgestoten in het onderwijsleerproces. Anderzijds kan het basale problemen uit het zicht houden, die juist essentieel zijn om te leren



JASPER OOSTLANDER

Wegen moet je doen

begrijpen wat er precies gebeurt.

Met de handen (de doener)

Dit is het domein van de natuurwetenschappelijke methode. Leerlingen stuiten op een uitdagend probleem of een verschijnsel dat zorgt voor verbazing:

- Het olifantje Indra is wel 100 kilo zwaar. Zouden wij het olifantje op kunnen tillen?
- Hè! De stuiter valt net zo snel als de bonk!

Probleem en verbazing leiden tot betrokkenheid en zijn uitgangspunt voor onderzoeksactiviteiten die eventueel volgens een bepaalde vaste aanpak worden uitgevoerd. Dit is de invalshoek vanuit de techniek en de natuurwetenschappen. Vaak vormt een pragmatisch probleem de startactiviteit, bijvoorbeeld: Hoe kan ik op een eerlijke manier het gewicht vaststellen? Vervolgens is er een meetinstrument nodig en door middel van metingen bewijst het meetinstrument zijn praktische waarde en is soms zelf onderwerp van onderzoek. Het ligt hier voor de hand de onderzoekende houding te ondersteunen met feitelijke onderzoeksactiviteiten met papier, hout en andere materialen (het feitelijk construeren van een proefopzet en observaties doen). In het huidige curriculum wordt relatief weinig tijd besteed aan deze activiteiten omdat een en ander een arbeidsintensieve voorbereiding

doen en denken

met zich meebrengt van de leerkracht, omdat de tijdsdruk op het lesprogramma groot is en omdat er dikwijls een beroep gedaan wordt op complexe leerkracht- en leerlingvaardigheden.

De allrounder

Eigenlijk zien we het liefst dat voorgaande twee kopjes (hoofd en handen) in één adem genoemd worden. We zien deze benadering, rekenen en science hand in hand, ook bij de literatuur genoemd aan het eind van dit artikel. We streven hierbij naar:

- Gebruik je hoofd en je handen
- Leer te werken met je eigen creativiteit, leer ordenen en plannen, maar ook soms ongepland iets uitproberen
- Leer te werken met gereedschappen, waaronder computers

Aan het werk

Om te onderzoeken of we de brug kunnen slaan tussen de denker en de doener schetsen we hieronder enkele activiteiten, die tijdens de workshop op de Nationale Reken Dagen zijn uitgevoerd, en die thans ook terug te vinden zijn op het RekenWeb om te downloaden en die direct uit te voeren zijn in de klas. We schetsen de context en geven wat vrijblijvend huiswerk mee.

Activiteit 1 - Ludieke brievenweger

In figuur 3 is het zijaanzicht van de brievenweger afgebeeld. Onder de drie gleuven staat 20 g, 50 g en 100 g. Plaats een envelop met inhoud in de meest rechtse gleuf en de brievenweger geeft aan of het gewicht kleiner of groter is dan 20 gram. In het laatste geval kantelt het ding.



Brievenweger

Voor eeuwige porto-twijfelaars zoals de schrijvers van dit artikel, is zo'n kantelweger natuurlijk zeer functioneel. Bovendien zijn er allerlei aardige weegactiviteiten mee te doen waarbij rekenen en redeneren om de hoek komen kijken. We beschrijven er twee:

Opdracht 1a

Sorteren van allerlei enveloppen met inhoud op portokosten. Eerst schatten en dan nagaan of de schattingen kloppen. Aardig is misschien om voorafgaande aan de metingen de

enveloppen gevoelsmatig te sorteren op categorie: kleiner dan 20 gram, tussen 20 en 50 gram en tussen 50 en 100 gram. Ook kunnen de enveloppen eerst op volgorde worden gelegd. Door een uitgekiende serie enveloppen ontstaan dan leuke meetproblemen. Neem bijvoorbeeld de serie (in gram): 15 - 25 - 38 - 42 - 65 - 75. Onderscheid tussen 38 en 42 (één A4tje verschil) en tussen 65 en 75 is gevoelsmatig lastig. Het gebruik van twee parallel geschakelde brievenwegers brengt dan uitkomst, zoals te zien is in figuur 4.



Brievenwegers in actie tijdens de Nationale Reken Dagen

Opdracht 1b

Veel leerlingen zullen het leuk vinden om nog een stap verder te gaan. Dat kan bijvoorbeeld met de volgende opdracht:

Schat het gewicht van een munt van 2 euro.

Bepaal het gewicht van de munt zo nauwkeurig mogelijk.

Tussen welke getallen kom je uit?

Het meetinstrument dwingt de leerlingen om meerdere munten van twee euro te gebruiken en de meetgegevens om te rekenen naar één munt. Het meest natuurlijke weegbakje is in dit geval een lege envelop (114x162 mm).

Tijdens de workshop bleek de opdracht allerlei meet- en redeneeravonturen op te leveren bij deelnemers. Dat laatste aspect komt duidelijk naar voren in de volgende beschrijving:

Na de eerste weging blijkt:

2 munten zijn lichter dan 20 gram

Dus: 1 munt is lichter dan 10 gram

Na de tweede weging blijkt:

3 munten zijn zwaarder dan 20 gram

Dus: 1 munt is zwaarder dan 6 gram

Deze wegingen liggen als beginmetingen voor de hand. En weergegeven in schemavorm lijken ook de redeneringen voor de hand te liggen. Maar de stap van doen naar denken (= redeneren) bleek voor sommige deelnemers minder makke-

lijk te zijn, misschien omdat de spontane manier van noteren abstracter was, namelijk in de vorm: $2 < 20$ en $3 > 20$. Wikipedia levert bij het lemma 'Euromunten' een mooie beschrijving met meetgegevens. Daaruit blijkt dat de munt van 2 euro officieel een gewicht heeft van 8,50 gram. Dat is keurig binnen de grenzen van 6 - 10 gram. Natuurlijk zitten er adders onder het meetglas! Je moet voortdurend bedacht zijn op meetfouten. Voor echte meetfreaks maakt dat aspect het meten juist uitdagend. In ons geval bijvoorbeeld, ligt de envelop niet alleen letterlijk maar ook figuurlijk dwars. Als we het gewicht daarvan in rekening willen brengen, is dat het begin van een apart meet-reken-rede-neer avontuur. Dat laten we graag aan de lezer en haar/zijn leerlingen over. Onze eigen meetresultaten van het avontuur geven aanleiding tot twijfels wat betreft de betrouwbaarheid van de brievenweger van TNTpost. Het kan zijn dat het ding pas kantelt als de grens van 20 gram ruim overschreden is. Dat maakt TNT in onze ogen trouwens wel sympathieker. De brievenweger van TNTpost laat een prachtig staaltje vouw-karton-techniek zien.¹ De stevigheid komt voor een groot deel voor rekening van de balkvorm met gelijkzijdige driehoeken als doorsnede.

Activiteit 2 - De kantelweger



Kantelweger

In figuur 5 wordt een weegapparaat getoond dat berust op hetzelfde kantelprincipe als de brievenweger. Voor groepjes leerlingen vormt het samen ontwerpen en maken van zo'n apparaat een mooie technische uitdaging. De liniaal is verschuifbaar en maakt bij een bepaalde stand een kanteling. De twee parse prikbordeprikkers zorgen ervoor dat de kanteling klein blijft. De kantelstand kan worden afgelezen. In deze vorm kunnen met het apparaat voorwerpen wat gewicht betreft vergeleken worden. Er kan bijvoorbeeld knikkersgeld gemaakt worden waarbij de kleinste knikkers fungeren als eenheid. De liniaal kan eventueel geijkt

worden met behulp van een standaard gewichtenset. Maar ijking via een voorwerp waarvan het gewicht bekend is, zoals een pakje boter, verhoogt misschien de meetpret, de rekenvaardigheid en het inzicht. Vooral als het voorwerp gebruikt wordt om het gewicht van de kleinste knikkers te bepalen. Die knikkers kunnen dan bij de verfijning van de schaalverdeling worden betrokken. De schaalverdeling op zich is de moeite van het doordenken waard.

Activiteit 3 - Weegactiviteiten op de computer

Enkele weegactiviteiten die uitstekend klassikaal kunnen worden geïntroduceerd met het digibord en vervolgens door leerlingen als concrete problemen kunnen worden aangepakt zijn te vinden op het RekenWeb²:

Bij *Dierenwegen* en *Ballonvaren* gaat het heel concreet om gewichten in grammen en kilogrammen. De gewichten en de dieren, maar ook de zakken kunnen worden verslept en tijdens het spel moet er geredeneerd worden over het benaderen en vaststellen van het exacte gewicht. Bij *Fruitzpuzzels*



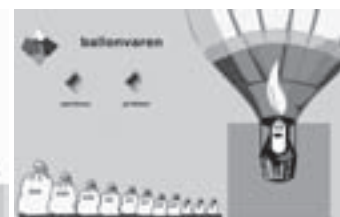
Dieren wegen



Fruitzpuzzels



Kippenpuzzels



Ballonvaren

Vier spellen van RekenWeb op het gebied van wegen

en *Kippenpuzzels* zijn de exacte gewichtswaarden niet bekend, maar kan er gepuzzeld worden. Bij *Kippenpuzzels* moeten de eieren op gewicht in volgorde gelegd worden, bij *Fruitzpuzzels* hebben de fruitsoorten een onderlinge gewichtsverhouding die door slim wegen kan worden vastgesteld.

Na een klassikale introductie kunnen de kinderen individueel of in tweetallen aan het werk met deze spellen, bijvoorbeeld in het kader van hun weektaak, en kan de afsluiting na ongeveer 2 tot 3 weken weer klassikaal uitgevoerd worden, waarbij oplossingsstrategieën ook klassikaal aan bod kunnen komen. Neem de tijd voor deze klassikale besprekingen. Het is spannend en leerzaam voor de kinderen om de verschillende aanpakken en redeneringen aan elkaar te vertellen.

Brug tussen denker en doener

Sommige mensen hebben beide aspecten in zich verenigd en bouwen met hetzelfde gemak een eigen weegschaal als dat ze met de handen over elkaar redeneren over de spelletjes van RekenWeb. Wij doen bij deze graag een oproep aan (aan-komende) leerkrachten om bij het onderwerp 'wegen' beide aspecten in de lessen te laten terugkomen. De beschreven voorbeelden zijn te downloaden en de spelletjes staan gewoon online. We hopen dat het artikel leerkrachten en studenten aanspoort om net zoals wij te onderzoeken of er een brug geslagen kan worden tussen de denker en de doener via activiteiten in het raakvlak van rekenen-wiskunde en natuur-techniek.

Vincent Jonker is werkzaam bij het Freudenthal Instituut

Leo Prinsen is werkzaam bij Ipabo

Literatuur

Ellermeijer, T. (Ed.). (2004). *Science is Primary. European Conference on Primary Science and Technology Education (October 15 and 16, 2004)*. Amsterdam: Amstel institute, Nemo.

Galen, F. van, & Jonker, V. (2006). *Zon en Schaduw. Volgens Bartjens*, 26(2), 16-24.

Munk, Fokke & Hilde Amse (2000). *Wat een olifantje allemaal teweeg kan brengen! Willem Bartjens* 19 (4), 12-13.

Wijers, M., & Jonker, V. (2006). *Een rondje rekenen in Nemo*.

Volgens Bartjens, 26(2), 32-34.

Noten

1. Zie voor de bouwplaat van deze brievenweger:

http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00454/toepassing_rekenweb.html.

2. Zie voor directe links naar de spelletjes: <http://www.fi.uu.nl/wiki/index.php/Wegen>