

Meten en meetkunde op de basisschool



Noordhoff

Frans van Galen, Annette Markusse, Ans Veltman

1^e druk

Meten en meetkunde op de basisschool

Frans van Galen

Annette Markusse

Ans Veltman

Eerste druk

Noordhoff, Groningen

Ontwerp omslag: G2K Creative Agency (Groningen-Amsterdam)

Omslagillustratie: istockphoto 172163448

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen of via het contactformulier op www.mijnnoordhoff.nl.

De informatie in deze uitgave is uitsluitend bedoeld als algemene informatie. Aan deze informatie kunt u geen rechten of aansprakelijkheid van de auteur(s), redactie of uitgever ontlelen.



0 / 21

© 2021 Noordhoff Uitgevers bv, Groningen/Utrecht, Nederland

Deze uitgave is beschermd op grond van het auteursrecht. Wanneer u (her)gebruik wilt maken van de informatie in deze uitgave, dient u vooraf schriftelijke toestemming te verkrijgen van Noordhoff Uitgevers bv. Meer informatie over collectieve regelingen voor het onderwijs is te vinden op www.onderwijsenauteursrecht.nl.

This publication is protected by copyright. Prior written permission of Noordhoff Uitgevers bv is required to (re)use the information in this publication.

ISBN (ebook) 978-90-01-29777-0

ISBN 978-90-01-29776-3

NUR 123

Voorwoord

Bijna alles valt te meten en dus meten we. De apparaten om ons heen maken dat tegenwoordig heel gemakkelijk. Ze vertellen hoeveel stappen we doen op een dag, hoe snel we waren bij het hardlopen, maar ook hoeveel likes een foto krijgt en hoeveel volgers iemand heeft. Belangrijker is waarschijnlijk dat een dokter van alles kan meten bij gezondheidsproblemen en dat bijna alles wat mensen maken, ontworpen is op basis van metingen. Meetkunde heeft een wat aparte plek in het reken-wiskundeonderwijs, omdat getallen daar een beperkte rol spelen. Het gaat veel meer om voorstellingsvermogen en om het op een mathematische manier kijken naar de ruimte om ons heen. Jonge kinderen verkennen die ruimte op een explorerende manier, bijvoorbeeld door te bouwen met blokken of door een treinbaan aan te leggen. Bij oudere kinderen ligt de nadruk meer op verklaren en redeneren aan de hand van representaties.

Dit boek gaat over het meet- en meetkundeonderwijs in groep 1 tot en met 8. Het is het derde deel van de serie Pabo-boeken die geïnspireerd zijn op de boeken van het TAL-project, eerder uitgegeven door Noordhoff.

Op de basisschool wordt het fundament gelegd voor begrip van wat meten is. Bij het leren meten spelen contextsituaties een belangrijke rol, want uiteindelijk gaat het erom dat kinderen hun kennis moeten kunnen toepassen in praktische situaties. Dit is een belangrijk thema in hoofdstuk 2. Daarnaast krijgen vanzelfsprekend de specifieke meetonderwerpen – lengte, oppervlakte, inhoud, tijd, gewicht, temperatuur en geld – veel aandacht. Hoofdstuk 3 gaat over die specifieke meetonderwerpen.

De meetkunde van de basisschool legt de basis voor praktische vaardigheden als kaartlezen en het lezen van technische tekeningen, maar ook voor vaardigheden die leerlingen nodig hebben in andere vakken, zoals het maken van een tekening of schets om iets uit te kunnen leggen. In hoofdstuk 4 bespreken we het meetkundeonderwijs in algemene zin, in hoofdstuk 5 gaan we in op specifieke onderwerpen.

Metten en meetkunde vragen van jou als leerkracht dat je goed moet nadenken over de inrichting van je onderwijs; het zijn namelijk geen onderwerpen die kinderen alleen vanuit een rekenboek kunnen leren. Beide onderwerpen vragen erom dat leerlingen op onderzoek gaan en van alles concreet uitproberen. We besteden in dit boek veel aandacht aan dit aspect van het onderwijs.

De hoofdstukken in dit boek hebben steeds dezelfde opbouw. Ieder hoofdstuk begint met een practicum op eigen niveau. Dit practicum is een introductie op het hoofdstuk en geeft je de mogelijkheid om samen met medestudenten enkele kernaspecten van de didactiek te verkennen. In de hoofdstukken 1, 2 en 4 wordt dit practicum opgevolgd door de paragraaf *Hoe rijk is jouw meetkennis/meetkundekennis?* Hierin onderzoek je hoe het staat met je eigen kennis en in welke mate je je kunt verplaatsen in het denken van kinderen.

Hierna volgen enkele paragrafen waarin de didactiek wordt beschreven. We verwijzen daarbij veelvuldig naar opgaven uit de gangbare reken-wiskundemethoden om daarmee te laten zien hoe je de didactiek kunt vertalen naar

de alledaagse praktijk. Het is belangrijk dat je leert om kritisch naar de methode kijken. Vanuit een kritische houding zul je beter in staat zijn de methode naar je eigen hand te zetten, passend bij de behoeften van je groep. Ieder hoofdstuk bevat ook enkele praktijkopdrachten waarmee je in je stage-school aan de slag kunt. Vaak zijn het kleine onderzoeksopdrachten waarmee je de beschreven didactiek in de praktijk verder kunt uitdiepen. In de samenvatting aan het eind van het hoofdstuk worden de belangrijkste punten nog eens op een rij gezet. Dit doen we in de vorm van een aantal tips voor de praktijk en met een opsomming van specifieke begrippen. Deze begrippen geven de vaktaal weer die je nodig hebt om op een professioneel niveau met anderen uit de beroepsgroep te communiceren. We sluiten af met een zelftoets waarin je kunt onderzoeken in hoeverre het hoofdstuk heeft bijgedragen aan je professionele ontwikkeling.

Omdat onderzoekend leren zo centraal staat bij meten en meetkunde beginnen we dit boek met een hoofdstuk over nieuwsgierigheid. Het gaat over de nieuwsgierigheid van kinderen, maar ook over die van jou. Wil jij begrijpen hoe dingen in elkaar zitten? En wil je ook begrijpen hoe je leerlingen denken? De basis van goed lesgeven is volgens ons dat je nieuwsgierig bent naar het denken en redeneren van je leerlingen. We hopen dat dit boek deze nieuwsgierigheid bij jou zal stimuleren.

Najaar 2020,
Frans van Galen, Annette Markusse, Ans Veltman

Inhoud

- 1 Nieuwsgierigheid 9**
 - Een practicum als start: maakt dit je nieuwsgierig? 10
 - 1.1 Hoe rijk is jouw kennis van meten en meetkunde? 12
 - 1.2 Nieuwsgierigheid stimuleren 12
 - 1.3 Organiseren van de les 19
 - 1.4 Hoe toets je wat kinderen geleerd hebben? 28
 - Samenvatting: nieuwsgierigheid in de reken-wiskundeles 33
 - Vaktaal 34
 - Zelftoets 35

- 2 Meten algemeen 39**
 - Een practicum als start: rekenen op de rand van de krant 40
 - 2.1 Hoe rijk is jouw meetkennis? 45
 - 2.2 Kwantificeren 47
 - 2.3 Meetopgaven in de methode 66
 - Samenvatting: maak gebruik van alledaagse meetsituaties 78
 - Vaktaal 79
 - Zelftoets 80

- 3 Onderwerpen meten 83**
 - Een practicum als start: de oppervlakte van het lokaal 84
 - 3.1 Oppervlakte 85
 - 3.2 Lengte 96
 - 3.3 Inhoud 103
 - 3.4 Tijd 104
 - 3.5 Gewicht 112
 - 3.6 Temperatuur 113
 - 3.7 Geld 114
 - Samenvatting: meten moet je doen 115
 - Vaktaal 116
 - Zelftoets 117

- 4 Meetkunde algemeen 121**
 - Een practicum als start: spelen met perspectief 122
 - 4.1 Hoe rijk is jouw meetkundekennis? 124
 - 4.2 De meetkunde van de basisschool 131
 - 4.3 Meetkundeonderwijs 140
 - Samenvatting: stimuleer verbazing en verwondering 146
 - Vaktaal 147
 - Zelftoets 148

5	Onderwerpen meetkunde	153
	Een practicum als start: waarom is het warmer in Marokko?	154
5.1	Kijkmeetkunde	159
5.2	Schaduwen	167
5.3	Oriëntatie in de ruimte	171
5.4	Vlakke figuren	180
5.5	Ruimtelijke figuren	185
	Samenvatting: tips voor de praktijk	190
	Vaktaal	191
	Zelftoets	192
	Literatuur	195
	Register	197
	Over de auteurs	199
	Illustratieverantwoording	200



1

Nieuwsgie- righeid

1

Een practicum als start: maakt dit je nieuwsgierig?

- 1.1 Hoe rijk is jouw kennis van meten en meetkunde?
- 1.2 Nieuwsgierigheid stimuleren
- 1.3 Organiseren van de les
- 1.4 Hoe toets je wat kinderen geleerd hebben?

Samenvatting: nieuwsgierigheid in de reken-wiskundeles

Vaktaal

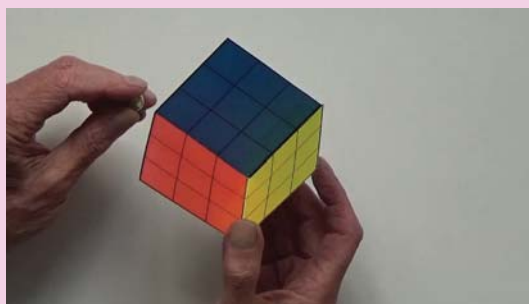
Zelftoets

Een practicum als start: maakt dit je nieuwsgierig?

1

Toverkubus en chocolade snijden

Op de website bij dit boek staan twee filmpjes. We denken dat ze je zullen verrassen. Bekijk eerst het filmpje over de toverkubus.



- 1 Begrijp je wat je ziet? Maakt het filmpje je zo nieuwsgierig dat je precies wilt weten hoe het zit? Op de website staat een link naar een bouwplaat die je zelf kunt maken. Experimenteer er eens mee.
- 2 Is dit eigenlijk wel wiskunde? Waar zit die wiskunde dan?
- 3 Misschien vind je zoiets ook interessant voor leerlingen op de basisschool. Zou je dan volstaan met alleen het filmpje te laten zien? Wat zou je nog meer doen?



Bekijk nu het filmpje over chocolade snijden. Bespreek hierbij dezelfde vragen:

- 1 Begrijp je wat je ziet? Probeer het zelf uit met het werkblad dat op de website staat.
- 2 Welke wiskunde speelt hier?
- 3 Is het iets voor leerlingen op de basisschool?

Reflectie

Bij het filmpje van de toverkubus gaat het om een optische illusie: we zijn zo gewend aan onze wereld van driedimensionale objecten dat we de drie vlakken eerst als een kubus interpreteren. Duurde het lang voordat je doorhad dat er iets vreemds aan de hand was? Kun je bij het opnieuw bekijken van het filmpje nog steeds een kubus zien, ook al weet je dat het geen echte kubus is?

Je kunt dit simpelweg afdoen als een optische illusie, maar we hopen dat je nieuwsgierig genoeg werd om erover door te denken. Heb je geëxperimenteerd met de bouwplaat? Waarschijnlijk heb je dan gemerkt dat het effect veel sterker is als je maar met één oog kijkt, zoals het filmpje ons als het ware ook een mono-beeld geeft. Kun je uitleggen waarom?

Met twee ogen zie je veel beter diepte dan met één oog. Toch is er, als je goed kijkt, ook al meteen iets vreemds aan de beelden, want het perspectief klopt niet helemaal. Kijk maar naar de foto. Lijnen die in werkelijkheid parallel lopen, lopen op een foto naar elkaar toe. Hoe verder weg in werkelijkheid, hoe dichter de lijnen op een foto bij elkaar komen. Op de foto lijken de lijnen eerder een beetje van elkaar weg te lopen. Perspectief gaat over hoe we de driedimensionale wereld afbeelden op een tweedimensionaal plaatje. We gaan daar in het deel over meetkunde verder op in. Het is mooie, interessante wiskunde.

Als je deze activiteit wilt doen met leerlingen op de basisschool, moet je het in ieder geval hebben over kijken met maar één oog, en hoe het kijken met twee ogen – de hersens krijgen informatie van twee verschillende plekken – zorgt voor diepte zien. Laat de leerlingen proberen of ze ook de holle kubus van de papieren bouwplaat als een volle kubus kunnen zien.

Heb je ook de truc van het chocolade snijden kunnen verklaren? Het zal je waarschijnlijk duidelijk zijn dat het draait om de schuine lijn. Na het verschuiven van de stukken zijn de hokjes rond die schuine lijn niet precies vierkant; wat je daar wegmoffelt levert samen een heel stukje op. Ben je benieuwd of leerlingen in de bovenbouw een verklaring kunnen bedenken? Probeer het uit! Let er dan vooral op hoe de verschillende leerlingen reageren. Er zijn vast kinderen die helemaal geïntrigeerd raken. Zijn er ook kinderen die hun schouders ophalen en ‘nou en?’ of ‘boeien’ zeggen?

Deze twee trucs zijn natuurlijk iets apart, iets bijzonders. De vraag is wat je kunt doen om leerlingen ook nieuwsgierig te krijgen als het gaat om de gewone stof van de rekenles. Wij denken dat dat kan. Er valt voor hen van alles te ontdekken, zeker ook bij de onderwerpen van dit boek.

Hoe nieuwsgierig ben jij?

In dit practicum heb je nagedacht over twee problemen. Maakten ze je nieuwsgierig en hoe merkte je dat? Als je de literatuur erop na slaat, kom je vaak de volgende uitingen van nieuwsgierigheid tegen:

- verbazing en verwondering;
- de wil om iets te begrijpen;
- intrinsieke motivatie;
- het stellen van vragen;
- onderzoekende houding.

Heb je dit ook bij jezelf of je medestudenten waargenomen? Kun je aangeven waardoor je nieuwsgierigheid gedurende de activiteit werd versterkt of afgezwakt? Het is goed om hierover na te denken omdat je als leerkracht vaak de motor bent van de nieuwsgierigheid binnen je groep. Natuurlijk zijn kinderen soms spontaan nieuwsgierig, maar het komt ook vaak voor dat ze een zetje

nodig hebben. Je moet hun nieuwsgierigheid stimuleren en voeden, want het werkt nu eenmaal veel prettiger als kinderen een houding hebben van: ik wil alles weten, ik wil aan de gang! Dat is een natuurlijke vorm van leren. Maar daarvoor moet je zelf ook nieuwsgierig zijn. Niet alleen naar de wereld om je heen, maar ook naar de kinderen in je groep, hun interesses, hun redeneringen en de manier waarop ze zich ontwikkelen. Als je wilt dat je klaslokaal een plek wordt voor nieuwsgierigheid, dan moet je bij jezelf beginnen en een onderzoekende en nieuwsgierige houding aannemen. Bedenk dat nieuwsgierigheid aanstekelijk werkt. Je eigen houding voor de klas is cruciaal, daarmee kun je kinderen inspireren tot leren.

1.1 Hoe rijk is jouw kennis van meten en meetkunde?

Nieuwsgierig zijn houdt in dat je niet tevreden bent met vage verklaringen, maar echt wilt weten hoe iets zit. Er is vast van alles dat je wel ongeveer begrijpt, maar als je gevraagd wordt om het aan iemand anders uit te leggen, blijkt dat toch knap lastig. Waarschijnlijk ken je uit jouw stageklassen wel een paar kinderen die met bijzondere vragen komen. Hieronder staan er een paar. Weet jij de antwoorden? Weet je hoe het *precies* zit?

Deze opdracht kun je het beste in tweetallen doen. Een van jullie legt uit, de ander vraagt steeds door, totdat jullie het er samen over eens zijn dat de uitleg volledig is. Kies vragen uit waarbij je het gevoel hebt: ik weet het wel ongeveer, maar weet ik het ook precies? Neem ruim de tijd voor de vragen die je kiest.

- 'Ik hoorde dat er gisteren 40 mm regen er is gevallen, maar wat betekent dat eigenlijk en hoe meten ze dat?'
- 'In de krant staat dat door de hevige regenval de stroomsnelheid van de Rijn nu 1,5 meter per seconde is. Is dat snel? En hoe zou ik zelf de stroomsnelheid kunnen opmeten?'
- 'Hoe komt het dat ik met een spiegeltje een lichtvlek op het plafond kan laten flitsen?'
- 'Ik heb een caleidoscoop gekregen. Dat is een soort koker met een gaatje erin. Als je daar doorheen kijkt, zie je allemaal mooie patronen. Hoe kan dat?'
- 'We fietsten gisteravond op een fietspad en het leek net of onze schaduw ons steeds inhaalde. Dat heb ik overdag nooit gezien.'
- 'Ik zag in een park een zonnewijzer. Hoe werkt zo'n zonnewijzer?'
- 'Hoe komt het eigenlijk dat de maan steeds groter en dan weer kleiner wordt?'
- 'We zaten gisteravond in de trein en leek net alsof de maan met ons mee-vloog. Dat kan toch niet?'
- 'Ik zag gistermiddag de maan terwijl het nog gewoon dag was. Hoe kan dat? En zou je hem dan eigenlijk elke middag kunnen zien?'

1.2 Nieuwsgierigheid stimuleren

Toen je dit boek voor het eerst inzag vond je het misschien vreemd dat een boek over rekenen en wiskunde begon met een hoofdstuk over nieuwsgierigheid. Verre landen, dinosauriërs, apparaten, dingen uit de natuur roepen bij

kinderen nieuwsgierigheid op, maar wiskunde? Hebben de voorbeelden van de voorgaande bladzijden je al duidelijk gemaakt dat ook rekenen-wiskunde nieuwsgierig makend kan zijn? Als leerkracht moet je stimuleren dat kinderen nieuwsgierig blijven, ook als het gaat om zaken die met reken-wiskunde te maken hebben.

1.2.1 Gecijferdheid

In dit hoofdstuk zullen we betogen dat getallen, meten en meetkunde een bron van verwondering kunnen zijn. Jouw rol als leerkracht is ervoor te zorgen dat die nieuwsgierigheid niet verdwijnt onder het oefenen van sommetjes. Oefenen is nodig, maar kinderen zullen het eerder als zinvol ervaren als je hen ook laat ervaren hoe ze hun kennis in het dagelijks leven kunnen inzetten. Zo kun je de leerlingen helpen om op te groeien tot gecijferde volwassenen.

'Geletterdheid' betekent dat iemand met geschreven informatie om kan gaan, dat iemand goed functioneert in onze maatschappij waar het geschreven woord zo'n belangrijke rol speelt. Naar analogie van 'geletterdheid' is men de term 'gecijferdheid' gaan gebruiken: je moet als volwassene ook met getallen kunnen omgaan. Laten we daar meteen bij aantekenen dat rekenen-wiskunde meer is dan alleen het werken met getallen, dus ook het hebben van meetkundig inzicht valt onder gecijferdheid.

Hoeveel kennis van rekenen en wiskunde heeft iemand nodig om goed te kunnen functioneren in de maatschappij? Het belang van het echte rekenen lijkt af te nemen in het dagelijks leven, want we hebben apparaten die dat voor ons doen. Kassa's tellen bijvoorbeeld niet alleen alle bedragen voor ons op, ze geven ook aan wat je als klant terug moet krijgen. Daar staat tegenover dat door het digitaal betalen geld veel minder tastbaar is geworden en dat brengt mensen er gemakkelijk toe om te veel uit te geven. Concreet rekenwerk laten we tegenwoordig over aan rekenmachientjes en computers, maar getalsmatige informatie speelt juist een heel grote rol in het moderne leven. Deels gaat het om zaken die voor ons persoonlijk belangrijk zijn – geef ik niet te veel uit? kan ik me deze hypotheek veroorloven? begrijp ik hoe groot mijn kans op longkanker is? – en deels gaat het om het kunnen lezen van de krant, het kunnen volgen van een discussie in de media.

Gecijferd zijn betekent ook dat je kritisch staat tegenover de informatie die je leest. Wanneer in de krant staat dat Amsterdam 87.000 inwoners heeft, zou je moeten bedenken dat dat waarschijnlijk 870.000 moet zijn. En als in de krant staat dat een vrouw 2 kilo goud in haar schoenen probeerde mee te smokkelen zou je je af moeten vragen of dat wel mogelijk is. Op dat laatste voorbeeld komen we terug in hoofdstuk 2.

Een echt gecijferd iemand is iemand die niet alleen voldoende kennis heeft om een bewering te *kunnen* controleren, maar die ook *wil* nagaan of het wel klopt wat ergens staat. Lees niet zomaar verder in de krant, maar stop ook af en toe en denk: 'hoe zit het eigenlijk?' Blijf nieuwsgierig. En dan gaat het ook om kwesties waar meetkunde bij nodig is. We noemden al de vragen die je kunt stellen over de maan. We zijn heel vertrouwd met het beeld van de maan aan de hemel en dat kan ons ertoe verleiden om te denken dat we alles over schijn gestalten en dergelijke wel begrijpen. Als je er echter goed over na gaat denken, blijkt dat het allemaal veel ingewikkelder ligt dan je dacht. Wie nieuwsgierig is gebleven, neemt de tijd om over zulke vragen na te denken.

Met één knip

BLOK 7 LES 20 **WEEK 4**

EUREKA!

KUN JE MET 1 KNIP EEN FOTOLIJSJTJE MAKEN?

Knip.
Knip deze lijst.
Kun je het ook met 1 knip?
Laat het zien.

Bedenk en knip.
Bedenk zelf.
Vouw een paar keer.
Knip daarna.
Vouw open.
Kan de ander het ook zo maken?

Kun jij de vorm van de ander maken?

Mijn EUREKA!
Plak je lijst op.

Knip.
Maak nu deze lijst.
Knip 1 keer.
Hoe vaak vouwde je?

Kun je het ook met minder vouwen?

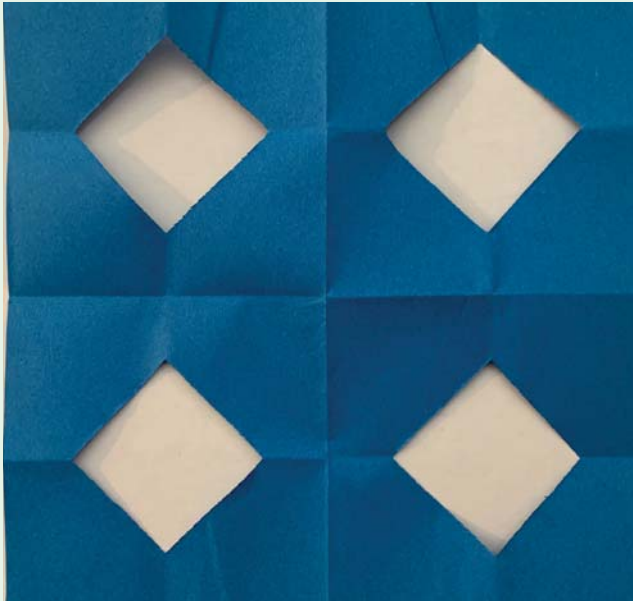
Uit: *De wereld in getallen*, groep 3, blok 7, les 20

In deze les onderzoeken kinderen of ze een fotolijstje kunnen maken door te vouwen en één keer te knippen. Misschien heb je wel eens een kind geobserveerd dat figuurtjes knipte uit een gevouwen blaadje en verwonderd reageerde nadat het blaadje werd opengevouwen. De magie van het vouwen en knippen is van alle leeftijden, en niet alleen kinderen maar ook wiskundigen kunnen zich erover verwonderen. Een wiskundige die zich met deze manier van vouwen en knippen bezighoudt, is Erik Demaine. Hij vouwt een blad meerdere keren en knipt altijd maar één keer. Zoek en bekijk zijn video's maar eens op YouTube. Op de foto's bij deze les zie je hoe Erik Demaine op een bijzondere manier een vlinder knipt. Je vraagt je wellicht af hoe hij dat gedaan heeft. Misschien voel je drang om het meteen zelf uit te zoeken. Deze nieuwsgierige houding van jou als leerkracht kun je benutten want als je dit probleem zelf interessant vindt, dan straal je dat uit. Je neemt dan als het ware vanzelf de kinderen mee in het onderzoek.

Voor kinderen uit groep 3 is het knippen van een vlinder nog iets te ingewikkeld. Zij onderzoeken daarom in deze les hoe je met één knip een fotolijstje kunt knippen uit een vierkant vouwblaadje. Dat kan een echt eureka-moment opleveren en daarom heeft *De wereld in getallen* deze les bestempeld als een eureka-les. In de docentenhandleiding staat hoe je de kinderen hierbij kunt begeleiden.

De les start met een fase waarin de leerlingen mogen 'aanrommelen'. Deze fase is belangrijk bij het onderzoekend leren want de kinderen moeten eerst ruimte krijgen om eigen aanpakken uit te proberen. Door redeneren en pro-

beren ontdekken de kinderen de gevolgen van hun vouw-en-knip-handelingen. Bij de tweede opdracht onderzoeken de kinderen het knippen van een ander lijstje. Als leerkracht stimuleer je de kinderen om hun vouw-en-knip resultaat uit te wisselen met hun maatje en hun ontdekkingen samen te bespreken. Je stelt vragen die het ruimtelijk voorstellen en redeneren stimuleren. Bijvoorbeeld: 'Kun je ook een groter (of kleiner) vierkant uitknippen? Hoe doe je dat?' Bij de derde opdracht maken de kinderen in tweetallen een eigen ontwerp. Ze maken zelf een vouw-en-knip werk dat ze openvouwen en uitwisselen met hun maatje zodat ze eenzelfde vorm kunnen maken. Dit is het knipwerk van Bram:



Waarschijnlijk ben jij nu weer nieuwsgierig en stel je Bram vragen als: 'Wat heb je ontdekt? Hoe komt het dat je deze vierkanten met één knip kon maken?'

1.2.2 Hoe blijven kinderen nieuwsgierig?

Je hoeft als leraar geen moeite te doen om kinderen nieuwsgierig te maken als het gaat om dinosaurussen. Enorme beesten die blijkbaar ooit op aarde geleefd hebben, daar willen kinderen vanzelf meer over weten. Bijna ieder kind heeft trouwens *Jurassic Parc* gezien. Maar hoe zorg je dat kinderen nieuwsgierig blijven naar alles wat met rekenen en wiskunde te maken heeft?

We zeggen met opzet: nieuwsgierig *blijven*. Kleuters vinden getallen interessant: dingen moeten geteld worden, 'meer' en 'minder' vinden ze belangrijk, ze zijn trots als ze tot 100 kunnen tellen, of zelfs verder. In groep 3 en 4 wordt rekenen echter een zaak van veel oefenen en dan is het spannende er voor de meeste kinderen wel van af. Dat wordt versterkt wanneer de nadruk wordt gelegd op procedures; als de leerkracht steeds voordeelt hoe de sommetjes gemaakt moeten worden, zonder dat de leerlingen daar zelf over na hoeven te denken.

In het andere deel van deze serie – *Rekenen met verhoudingen op de basisschool* – hebben we een hoofdstuk gewijd aan ‘geleid heruitvinden’. Wanneer we kinderen laten ervaren dat ze rekenmanieren zelf uit kunnen vinden, dat het zinvol is om te praten over handige oplossingen, dat het bij rekenen gaat om nadenken, niet om nadoen, dan blijft die nieuwsgierigheid wel. Het is ook belangrijk dat kinderen ervaren dat rekenen nuttig is in het dagelijks leven. Laat kinderen niet alleen sommen over verhoudingen maken uit het rekenboek, maar stuur ze ook naar Albert Heijn om de prijzen van pindakaaspotten te vergelijken.

Open problemen, waarbij leerlingen alle ruimte krijgen om zelf met ideeën te komen, zijn de belangrijkste manier om leerlingen nieuwsgierig te houden. Ze zorgen ervoor dat leerlingen rekenen en wiskunde ervaren als een vak waarin het draait om hun eigen ideeën, niet die van de leraar of van het boek. Natuurlijk hoeft niet elke les te gaan over een open probleem het is al mooi als er één keer in de week een dergelijke les is. Het oefenen dat in de andere lessen op de voorgrond staat, krijgt door zulke lessen ook meer betekenis: wat door de klas bedacht is, kun je toepassen bij opdrachten uit het boek.

1.2.3 Nieuwsgierig zijn naar het redeneren van leerlingen

Je kunt de nieuwsgierigheid van kinderen alleen stimuleren als jij zelf nieuwsgierig bent naar hoe ze denken. Vraag om uitleg en vraag door als je iets niet begrijpt. Het moet voor de kinderen duidelijk zijn dat je echt wilt begrijpen hoe ze een probleem hebben aangepakt. Probeer zoveel mogelijk de rol te nemen van iemand die heel geïnteresseerd is in alles wat gezegd wordt, maar zelf geen commentaar wil geven. Stimuleer in plaats daarvan een discussie tussen de leerlingen onderling. Wees voorzichtig met het geven van hints, want kinderen hebben het gauw door als je eigenlijk een andere aanpak wil horen dan de aanpak die zij zelf bedacht hebben.

Om zo'n gesprek over aanpakken en oplossingen te leiden, moet je de les goed hebben voorbereid. Bij een open probleem, dat wil zeggen een probleem dat op verschillende manieren kan worden aangepakt, moet je vooraf, bij je lesvoorbereiding, een lijstje maken met mogelijke aanpakken. Het belangrijkste daarbij is dat je probeert om je te verplaatsen in het standpunt van de leerlingen. Natuurlijk hoop je als leerkracht op bepaalde oplossingen, omdat de leerlingen dan van daaruit weer een volgende stap zouden kunnen maken, maar misschien is de aanpak die jij in gedachten hebt helemaal niet zo logisch vanuit de leerlingen gezien. Een belangrijk stelregel is: vanaf het moment dat je het probleem bij de klas hebt geïntroduceerd, is het probleem van de leerlingen, en niet meer van jou.

Natuurlijk kun je ook bij een goede voorbereiding voor verrassingen komen te staan, maar juist die voorbereiding zorgt dat je opmerkt dat er iets heel nieuws wordt ingebracht. Zo gaf een leerkracht waar we mee samenwerkten, ooit een les rond verhoudingen aan de hand van het afgebeelde probleem over een enquête. De vraag was wat je zou kunnen zeggen over de hele school met 180 kinderen, als er maar 72 hebben meegedaan aan de enquête. Tot onze verrassing leidde dit probleem tot een uitvoerige discussie over de vraag of je sowieso wel iets zou kunnen zeggen, want, zo werd gezegd, in elke klas is het toch anders? ‘Je kunt het dus nooit weten’, zei een van de leerlingen, en daar had ze in zekere zin volkomen gelijk in. Na een uitvoerige discussie – een heel wezenlijke, want hij ging over de basis van het verhoudingsidee – sloten de meeste leerlingen zich aan bij het standpunt van een andere leerling:

Leerling: 'Aan de ene kant kun je het niet weten, maar aan de andere kant is het ook wel een logische gok.'

Leerkracht: 'Waarom een logische gok?'

Leerling: 'Je gaat uit van wat de rest heeft geschat, en de rest is dan ongeveer ook zo.'

◆ We hebben een enquête gehouden onder de kinderen van onze school. We wilden wel eens weten hoe de kinderen naar school gaan. Van de 180 kinderen die bij ons op school zitten, hebben er 72 meegedaan.

Van de 72 kinderen komen er 24 op de fiets naar school en 9 kinderen worden gebracht. 18 kinderen komen met de bus. De anderen gaan lopend naar school.

Uit: 'De Achtkante Dobbelsteen'

Bij open, rijke problemen staat het redeneren van leerlingen centraal. Je kunt de nieuwsgierigheid van leerlingen alleen stimuleren als je zelf nieuwsgierig bent naar hun redeneringen.

Nieuwsgierig zijn in de kleuterklas

Twee kleuters werken met het constructiemateriaal Clicks. Ze willen graag koning en koningin zijn en daarvoor hebben ze een kroon nodig. Het kost heel wat moeite om de juiste maten te vinden: passen, clicks afhaken of toevoegen, weer passen, enzovoort. Het tweetal helpt elkaar bij het meten van de omtrek van hun hoofd. Ze zijn zo enthousiast dat andere kinderen ook mee willen doen.

De juf ziet hoe betekenisvol deze activiteit is voor de kinderen. Ze vraagt: 'Kunnen jullie een passende kroon maken voor de directeur zonder dat je die steeds op haar hoofd zet?' Dat de directeur de kroon niet steeds kan passen begrijpen de kinderen, want ze heeft het druk en is niet steeds beschikbaar om te passen. De leerkracht geeft de kinderen de ruimte om hier zelf een oplossing voor te bedenken.

Je moet wel eerst het hoofd van de directeur meten, zeggen de kinderen. Een kleuter voegt eraan toe dat je niet alleen je hoofd moet meten, maar ook de kroon. Om te kunnen meten gaan ze op zoek naar meetmaterialen waarmee dat kan. Ze verzamelen een liniaal, een stuk touw, een pen en een knuffelslang. Onder leiding van de juf bespreken ze de geschiktheid van de meetmaterialen en ze ontdekken al snel dat je met zo'n onbuigzame liniaal of pen niet iets kunt meten dat rond is. Buigzame materialen zijn handiger om te meten. De knuffelslang is erg groot, dus lijkt het touw het meest geschikt. De juf vraagt de directeur om even langs te komen. De omtrek van het hoofd van de directeur meten ze met het touwtje. Daarna wordt de kroon gemaakt.

Ze voegen steeds clicks toe en vergelijken de lengte van de kroon met het touwtje net zolang aan totdat beide metingen met elkaar overeenkomen. De juf vraagt: 'Weten jullie zeker dat de kroon past?' Ze gaan naar de directeur en controleren of de kroon past. Jawel hoor, hij past! De kinderen zijn verrast, ondanks al het meten vooraf.



In dit voorbeeld doen kinderen allerlei ervaringen op met meten. Dit was niet gepland, het gebeurt spontaan. De leerkracht laat hier haar vakmanschap zien. Zij weet de kans die zich voordoet te benutten en stimuleert de kinderen met haar vragen en ideeën. Ze gaat mee in het spel en is nieuwsgierig. Wat valt hiervan te leren? We beschrijven een aantal punten:

Nieuwsgierig zijn naar de leefwereld van kinderen

De juf begrijpt dat de kroon voor de koning en koningin voor de kinderen betekenisvol is. Het doen-alsof-spel van de kinderen sluit aan bij hun leefwereld en fantasie. De juf gaat hierin mee en ondersteunt ze met begrippen die ze kunnen gebruiken tijdens het spel. Bijvoorbeeld: 'Ik zie dat de kroon niet past. Is hij te klein of te groot?'. Ze vraagt aan de kinderen wat ze aan het doen zijn en toont interesse in hun doen en denken. Ze betreft hier ook andere kinderen bij.

Nieuwsgierig zijn naar redeneringen en oplossingen voor problemen

De juf weet dat jonge kinderen vaak heel origineel en vindingrijk zijn en geeft ze de ruimte om zelf tot oplossingen te komen. Ze is nieuwsgierig naar hun ideeën en helpt ze om hun plannen te verrijken. Dit zie je bijvoorbeeld bij de bespreking van het meetmateriaal en de geschiktheid daarvan voor

het meten van de omtrek van het hoofd. Ze observeert hoe ver kinderen zelfstandig komen met het vinden naar een oplossing en grijpt pas in als het nodig is.

Nieuwsgierig zijn naar het leren van kinderen

De juf weet dat kinderen in groep 1 en 2 ervaring moeten opdoen met de grootte lengte en kennis moeten maken met verschillende meetstrategieën om lengtes te vergelijken. Ze weet ook dat ze aandacht moet besteden aan de taal die hierbij nodig is en begrippen moet gebruiken als lang(ste), kort(ste), groot(ste), klein(ste) en even lang. Omdat de leerkracht deze leerdoelen kent, is ze in staat de activiteiten die de kinderen uitvoeren, op waarde te schatten. Ze weet dat ze op niveau zijn en dat de kinderen ervan kunnen leren.

Om kinderen bewust te maken van hun leerervaringen gaat ze met hen in gesprek en reflecteert ze samen met hen op de gebeurtenissen. Dit is leerzaam voor de kinderen zelf, maar ook voor de juf omdat ze hiermee inzicht krijgt in hun leerproces. Het voorbeeld laat zien dat dit niet altijd na afloop van de activiteit hoeft te gebeuren. De kinderen reflecteren tijdens de activiteit spontaan op hun ervaringen en de juf, die zelf ook nieuwsgierig is, weet hoe ze dit natuurlijke moment kan benutten.

1.3 Organiseren van de les

Goed reken-wiskundeonderwijs vraagt kinderen om op onderzoek te gaan. Dat stelt eisen aan de organisatie van het onderwijs. We bespreken hier een aantal manieren om kinderen de ruimte te geven om met hun eigen ideeën te komen.

1.3.1 Werken in groepjes

Leerlingen stimuleren om op onderzoek te gaan lukt het best via groepswork. In een klein groepje van twee, drie of vier leerlingen kunnen kinderen ideeën spuien zonder zich meteen naar de hele klas te hoeven verantwoorden. In een gesprek met de hele klas zijn het vaak dezelfde kinderen die hun hand opsteken, maar in een klein groepje zal ieder kind zijn mond open doen. Dit kan extra bevorderd worden door de leerlingen te vragen om eerst een minuut in stilte na te denken voordat ze mogen overleggen met de andere leerlingen. Onze ervaring is dat kinderen na die ene minuut stilte allemaal iets bedacht hebben dat ze de anderen willen vertellen; het gesprek barst dan aan alle kanten los.

Samenwerken in groepjes van vier is heel geschikt, omdat dat zoveel verschillende ideeën kan opleveren. Het is goed mogelijk dat een groepje van vier op een bepaald moment uiteenvalt in tweetallen die min of meer los van elkaar iets uit gaan schrijven, maar dat hoeft geen bezwaar te zijn.

Een belangrijke vraag is natuurlijk of de leerlingen in de groepjes hetzelfde niveau moeten hebben of juist niet. Maak je als leraar homogene groepjes of heterogene groepjes? Wij hebben de beste ervaringen met heterogene groepjes, want het zorgt ervoor dat in alle groepjes bruikbare ideeën naar boven komen. Soms wordt als bezwaar genoemd dat de zwakke rekenaars er in zo'n groepje voor spek en bonen zullen bijzitten. Een effectieve manier om

dat te voorkomen is dat je als leraar duidelijk maakt dat jijzelf straks zult uitkiezen wie iets gaat zeggen namens het groepje. In dat geval hebben alle leden van een groepje er belang bij dat een bepaald idee werkelijk door iedereen gedeeld wordt.

1.3.2 Afwisselen groepswork en discussie met de hele klas

Een voor de hand liggende vorm voor het inzetten van groepswork is:

- De leraar introduceert het probleem in een gesprek met de hele klas.
- De leerlingen overleggen in groepjes en schrijven hun antwoord en uitleg op een blaadje of een groter vel papier.
- Aan het eind van de les worden de ideeën vergeleken en er worden conclusies getrokken.

Vaak is het echter beter om groepsoverleg en klassikale interactieve momenten een aantal keer af te wisselen. Laat de leerlingen bijvoorbeeld even met hun groepje overleggen over het probleem en maak dan de discussie weer centraal om na te gaan of iedereen begrepen heeft wat er uitgezocht moet worden. Heel vaak blijkt dat nodig en het geeft ook meteen gelegenheid om wat eerste ideeën uit te wisselen. Het kan zijn dat er even later een kwestie opduikt waar verschillende groepjes moeite mee hebben. Ook dat kan een reden zijn om het groepswork even te onderbreken voor een klassikaal moment.

Terwijl de groepjes bezig zijn, loop je als leraar rond, je luistert en je stelt vragen. Op die manier weet je hoe de discussies verlopen, wat straks helpt bij het klassikale gesprek. Tegelijkertijd kun je met gerichte vragen de groepjes ondersteunen, of voorzichtig in een bepaalde richting sturen.

Met de huidige techniek van smartphone en digibord is het mogelijk om foto's van het leerlingenwerk in het groot te laten zien, zodat de groepjes hun werk aan de hand daarvan hun oplossing kunnen uitleggen.

Op zoek naar meetinstrumenten

Kinderen leren op de basisschool werken met verschillende meetinstrumenten. Hierbij gaat het om de gewone huis-tuin-en-keuken-instrumenten zoals een litermaat, een liniaal of een personenweegschaal. Kinderen moeten weten hoe je met deze instrumenten kunt meten en in welke situaties ze nuttig zijn.

Meester Elwin Drost uit groep 8 van basisschool De Sluis wil wel eens weten wat zijn leerlingen over meetinstrumenten weten. Hij vraagt daarom aan Amy, Daimi en Lyanne om in de school op zoek te gaan naar zoveel mogelijk verschillende meetinstrumenten. Wanneer ze weer terug zijn in de klas, maken ze met een beetje hulp van hun meester een kort filmpje waarin ze laten zien wat ze hebben gevonden. Het filmpje staat op de website bij dit boek.



Amy, Daimi en Lyanne laten hun meetinstrumenten zien.

Dit is wat de kinderen erbij vertellen:

- Met een bordliniaal kun je grote afstanden meten.
- Met een klok kun je de tijd meten en je kunt erop zien hoe laat het is.
- Met een meetlint kun je kleding meten.
- Een rolmaat gebruik je in de bouw.
- Met een waterpas kun je zien of iets recht staat of niet.
- In een koffiekan kun je water doen. Dan meet je de inhoud voor bijvoorbeeld koffie of thee.
- Op een horloge kun je zien hoe laat het is.
- Een Time Timer kun je op bijvoorbeeld een kwartier zetten. Dan telt hij af van een kwartier naar nul.
- Met een stopwatch kun je de tijd meten.
- Met een liniaal kun je zien hoe lang iets is en je kunt er mooie rechte lijnen mee trekken om iets te tekenen.

De opdracht die de kinderen krijgen is open. Meester Elwin geeft vooraf weinig instructie en daarom is er veel ruimte voor een eigen invulling. Amy, Daimi en Lyanne laten zien dat ze deze vrijheid goed aankunnen. Ze werken serieus en gemotiveerd aan de taak. Het filmpje geeft een mooi beeld van hun kennis over meetinstrumenten. Dat is niet alleen interessant voor de meester, maar ook voor Amy, Daimi, Lyanne en hun klasgenoten. Het filmpje kan het startpunt vormen voor een vervolgactiviteit door allerlei nieuwe vragen op te roepen. Bijvoorbeeld:

- Klopt het dat je met een bordliniaal grote afstanden kunt meten? In welke situaties is een bordliniaal handig en wanneer niet meer? Kun je het ook nog gebruiken als je bijvoorbeeld de loopafstand wilt opmeten van de school naar het gymlokaal?
- Amy, Daimi en Lyanne laten in hun filmpje verschillende instrumenten zien waarmee je de tijd kunt meten. Welke zijn er nog meer? Stel dat ze ook een kaars hadden laten zien. Was dat ook goed geweest?

- In het filmpje worden veel meetinstrumenten getoond waarmee je de lengte en de tijd kunt meten. Welke grootheden zijn er nog meer en welke meetinstrumenten horen daarbij? Zouden we die ook in de school kunnen vinden?
- Met de koffiekkan kun je de inhoud meten, maar met welke maat wordt er dan gemeten? Hoe kun je met zo'n kan een halve liter koffie zetten?
- Is de waterpas eigenlijk wel een meetinstrument? Welke grootheid hoort daarbij? En welke maateenheid?

In dit voorbeeld is meester Elwin nieuwsgierig naar de kennis van zijn leerlingen over meetinstrumenten en vanuit die nieuwsgierigheid prikkelt hij zijn leerlingen. Door het filmpje samen met de groep te bespreken, kunnen er weer nieuwe dingen worden ontdekt. Zo kan het klaslokaal een plaats van nieuwsgierigheid worden waar vragen worden aangemoedigd en waar van alles geleerd kan worden.

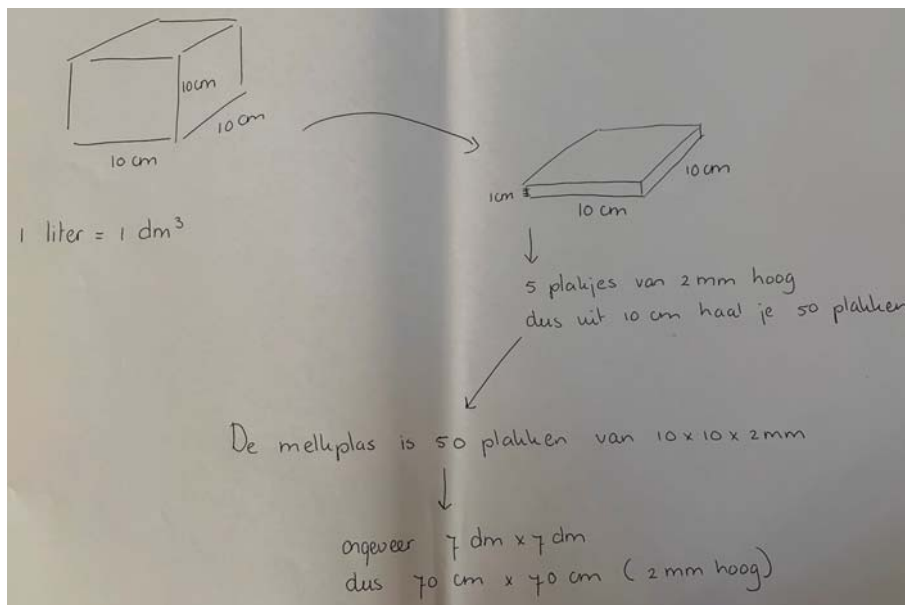
1.3.3 Posters maken en bespreken

Soms is een probleem zo zinvol dat het loont om er meer dan één les aan te besteden. Vraag de groepjes om in de eerste les een poster te maken met hun oplossing van het probleem. Waarschijnlijk is het handig als ze eerst een opzet maken op een vel van A4-formaat en daarna een nette versie op een groter vel. De volgende les kan dan begonnen worden met een soort tentoonstelling van alle posters, waarbij de leerlingen – zonder te praten – door de klas lopen om de posters te lezen. Daarna volgt een gesprek over de verschillende aanpakken, en over de meer algemene, wiskundige conclusies die je kunt trekken.



De afbeeldingen laten posters zien bij een mooi, open meetprobleem. Juf Corine Deloo vertelde dat ze melk morste bij het inschenken en dat ze zich

toen afvroeg hoe groot de plas zou worden als je een heel literpak melk zou uitschenken over de vloer. Die vraag riep allerlei reacties op – de vloer moet heel vlak zijn en niet aflopen, je moet het niet op tapijttegels doen – maar ook de vraag hoe dik zo'n laagje melk eigenlijk is. Dat kon met een duimstok worden opgemeten: ongeveer 2 millimeter. De leerlingen werkten daarna in groepjes aan het probleem. Omrekenen naar kubieke milliliters en vandaaruit de oppervlakte berekenen is een lastige procedure met veel kans op fouten; met een hint van de leerkracht losten de leerlingen het op door de melk als het ware in plakjes te snijden. Sommige groepjes deden dat door uit te gaan van een liter melk als een 'blok' van 10cm x 10cm x 10cm, andere groepjes gebruikten de maten van het pak, ongeveer 20cm x 7cm x 7cm.



Mooie voorbeelden van open problemen en de posters die leerlingen daarover maakten zijn te vinden in de boeken van de Amerikaanse Cathy Fosnot (Fosnot & Dolk, 2001).

1.3.4 Werken in een circuit

Met en meetkunde – de onderwerpen van dit boek – stellen speciale eisen aan de organisatie van het onderwijs. Hoe regel je bijvoorbeeld dat de leerlingen dingen kunnen opmeten? Zet je iedereen tegelijkertijd aan dezelfde opdracht of kies je voor een circuit van verschillende opdrachten? En werken de kinderen alleen of in een groepje? Een ander voorbeeld: bij de vraag vanaf welke plek een foto genomen is, moeten kinderen om voorwerpen heen kunnen lopen. Doe je dat als een activiteit met de hele klas, of wordt het een van de opdrachten in een meetkunde-circuit?

Iedereen tegelijk aan dezelfde opdracht laten werken maakt het natuurlijk veel gemakkelijker om een activiteit na te bespreken. Het grote voordeel van een circuit is echter dat je voor elke opdracht maar één, eventueel twee sets materiaal nodig hebt. Zo zou je een weeg-circuit kunnen organiseren met activiteiten als: wegen met een weegschaal, wegen met een trekveer, wegen met een balans en gewichtjes, wegen met een klerhanger als balans. In het materiaal van de Grote Rekendag (zie www.groterekendag.nl) vind je allerlei voorbeelden

van circuits. Meestal is daarvoor gekozen omdat er allemaal verschillend materiaal nodig was voor de opdrachten.

Soms heb je zoveel verschillende opdrachten dat het handig is om meer dan één les aan het circuit te besteden. Kies er dan voor om toch elke les af te sluiten met een klassikale bespreking van een of meer opdrachten. Dat een deel van de leerlingen de opdracht nog niet gedaan hebben hoeft geen probleem te zijn; zij doen de activiteit de volgende les met al wat meer voorkennis.

1.3.5 Materialen in je klas

Meten en meetkunde kun je niet leren zonder materialen. Het zijn bij uitstek doe-onderwerpen. De ervaringen die kinderen hierbij opdoen, zijn noodzakelijk om tot inzicht te komen. Dit vraagt iets van de inrichting van je klaslokaal. Het zou daarom standaard uitgerust moeten zijn met voldoende linialen, meetlinten, litermaten, weegschalen, stopwatches, constructiematerialen, spiegeltjes, enzovoorts. Als er een meet- of meetkundeactiviteit op het programma staat, wil je als leerkracht niet te veel tijd kwijt zijn met het verzamelen van alle benodigde materialen. Bovendien kunnen veel meet- en meetkundesituaties ook spontaan ontstaan, buiten de geplande rekenles om. Het zou jammer zijn als je deze kansen niet kunt benutten, alleen omdat het materiaal ontbreekt. Zorg er dus voor dat de meetinstrumenten en constructiematerialen die vaak nodig zijn, in voldoende mate aanwezig zijn in de klas.

Er zijn natuurlijk ook materialen die minder gebruikelijk zijn, maar die wel interessant zijn om een keer mee te nemen. Denk bijvoorbeeld aan een oude klok met romeinse cijfers of een globe. Met dit soort materialen kun je goed de interesse van kinderen prikkelen. Je kunt ook aan kinderen zelf vragen om iets mee te nemen van thuis. Het wordt extra spannend als je nog niet vertelt wat ze ermee gaan doen. De kans is groot dat de kinderen bij voorbaat nieuwsgierig worden. Of doe zelf iets spannends met materiaal. Gebruik bijvoorbeeld een geheimzinnig koffertje en fantaseer samen met de kinderen over de inhoud. Verstop iets in de klas of op het schoolplein en laat kinderen het zoeken. Of verras ze 's morgens bij binnenkomst met iets dat zomaar in de klas staat. Het gaat erom dat het klaslokaal een leeromgeving wordt die de nieuwsgierigheid van kinderen prikkelt en die uitdaagt tot wiskundige activiteit.

1.3.6 Speelse activiteiten voor kleuters

Op de meeste scholen wordt vanaf groep 3 gewerkt vanuit een rekenmethode die dag voor dag de onderwijsactiviteiten beschrijft. In de kleutergroepen proberen leerkrachten vooral in te spelen op waar de kinderen zelf mee komen. Dat doen ze vaak aan de hand van een boek met ideeën voor speelse activiteiten.

Als leerkracht in de kleutergroepen moet je alert zijn op de kansen die spontane situaties bieden. We geven een voorbeeld van spel dat kan leiden tot gerichte meetkundeactiviteiten.

Op het schoolplein zijn een paar kinderen aan het spelen met hun schaduw. Ze kijken wat er gebeurt als ze zich bewegen. Andere kinderen willen meedoen, maar moeten eerst nog even zoeken naar een plek waar hun schaduw te zien is. Het wordt spontaan een echt onderzoekje. Britt stelt voor een zo klein mogelijke schaduw te maken. Niels denkt slim te zijn en

gaat in de schaduw van de muur staan, maar de andere kinderen vinden dat dat niet telt: 'Dat mag niet, want nu heb je geen schaduw.' Je moet dus in de zon staan om een schaduw te hebben en zo ontdekken de kinderen spontaan dat schaduw betekent dat het zonlicht niet op die plaats kan komen.

Maartje en Britt hebben een idee. Ze gaan op de grond liggen en tillen hun hoofd een klein stukje op zodat er een kleine schaduw ontstaat. De andere kinderen proberen dit ook; zo maak je inderdaad een kleine schaduw. Kim komt met iets heel anders: 'Nu ligt je schaduw, kun je je schaduw ook laten staan?' Ze is zelf bij de muur gaan staan en heeft haar schaduw rechtop gezet. De anderen zien dit en laten hun schaduw afwisselend staan en liggen.

Zulke meetkundige activiteiten ontstaan vanuit spel. Kleuters zijn nieuwsgierig, ze willen ontdekken en experimenteren. Ze leren in interactie met andere kinderen. De rol van de leerkracht zal in eerste instantie vooral gericht zijn op het observeren van wat de kinderen in zo'n spontane situatie ontdekken.

Daarbij ziet de leerkracht vaak ontwikkelingskansen die in het verlengde liggen van wat de kinderen op dat moment al weten. In dit geval hoefde de leerkracht niets te doen omdat de kinderen zelf vragen verzonnen. In andere situaties kan een enkele suggestie van de leerkracht de kinderen weer op een heel nieuw spoor zetten.

Bij het beschreven voorbeeld zou de leerkracht op zoek kunnen gaan naar suggesties voor onderzoekjes rond schaduwbeelden. Dat kan er bijvoorbeeld toe leiden dat er een schaduwhoek wordt ingericht, waar kinderen de gelegenheid krijgen om met een lamp de schaduwen van allerlei voorwerpen te onderzoeken. Vragen die de leerkracht zich daarbij zou moeten stellen zijn:

- 1 Is de schaduwhoek uitdagend? Likt hij betrokkenheid uit? Zet hij aan tot spelen, ontdekken en onderzoeken? Is hij aangepast aan de belevingswereld van de kinderen?
- 2 Is de leeromgeving zo ingericht dat er kansen zijn om te werken aan de doelen voor meetkunde? Daagt de leeromgeving uit?
- 3 Kunnen de kinderen er samen spelen en leren? Kunnen de kinderen gemakkelijk zelfstandig spelen?
- 4 Zijn de materialen hanteerbaar?
- 5 Welke vragen kan ik stellen om de kinderen te stimuleren in hun meetkundige ontwikkeling?

Quatro

7 Knip uit en speel.

Vorbereiding

Knip het speelbord en de figuren uit werkblad 1.

Alle figuren zijn verschillend in:

kleur: blauw of oranje

grootte: groot of klein

vorm: vierkant of rond

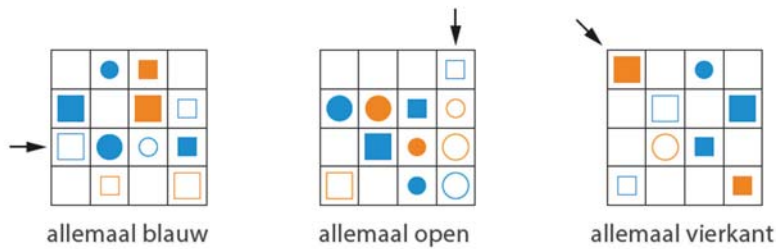
opvulling: open of dicht

Doel van het spel

Probeer als eerste 4 figuren op een rij te krijgen.

De 4 figuren moeten in elk geval 1 kenmerk hetzelfde hebben.

Voorbeelden:



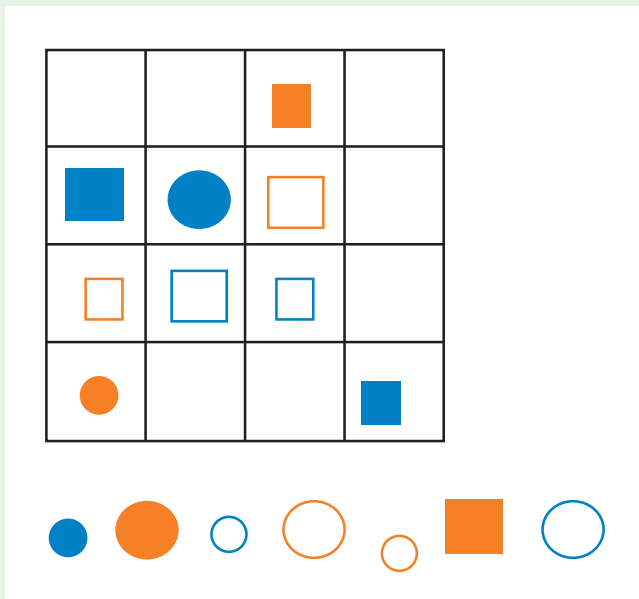
Spelregels

- Leg de figuren naast het speelbord.
- Speler 1 kiest een figuur. Speler 2 plaatst dat figuur op het speelbord.
- Wissel om. Speel om de beurt.
- Het spel is afgelopen als er 4 figuren op een rij staan met in elk geval 1 kenmerk hetzelfde.
- De winnaar is de speler die als laatst een figuur neerlegt.

Uit: *Getal & Ruimte Junior*, Meesterwerkboek 4, blok 1.3

Quatro is een interessant spel dat kan aanzetten tot het maken van allerlei ruimtelijke redeneringen. De methode *Getal & Ruimte Junior* laat zien hoe je het spel eenvoudig zelf kunt maken, maar het spel is ook in de winkel te koop. De spelregels staan in de afbeelding. Bekijk deze voordat je verder leest.

Tijdens het spel kun je ontdekken dat je op veel verschillende manieren '4 op een rij' kunt maken. In het speelveld zijn er rijen, kolommen en diagonalen en die moet je allemaal in de gaten houden wanneer je een figuur in een vakje plaatst. Bij iedere zet moet je bedenken welk gevolg dit heeft voor je tegen-speler en voor jezelf. Je moet daarom goed vooruit kunnen denken. Kijk bijvoorbeeld maar eens naar de volgende spelsituatie. Zie je op hoeveel verschillende manieren je '4 op een rij' kunt maken? In de spelregels staat dat je in iedere beurt de figuur kiest die de ander op het speelbord moet plaatsen. Welk figuur zou jij aan je tegen-speler geven als jij nu aan zet was?



Er valt bij Quatro veel te redeneren en als je het spel vaker speelt, kun je allerlei strategieën ontdekken waardoor je het spel in jouw voordeel kunt beïnvloeden. Het spel lokt onderzoekend gedrag uit en is leerzaam. Waar zit hem dat in? Het is goed om dit te analyseren want dan kun je andere spellen gemakkelijker beoordelen op hun kwaliteit en hun mogelijkheden voor het reken-wiskundeonderwijs.

We formuleren een aantal kenmerken:

- 1 Het spel is als reken-wiskundeactiviteit verrassend omdat het afwijkt van het dagelijkse aanbod in de methode. Veel kinderen zullen het waarschijnlijk in eerste instantie niet eens herkennen als een echt reken-wiskunde probleem. Dit werkt stimulerend en prikkelt de nieuwsgierigheid. Onderzoekend gedrag begint vaak met betrokkenheid en plezier en dus is het belangrijk dat het spel simpelweg leuk is.
- 2 Het spel heeft een lage instapdrempel. Het is eenvoudig te leren en kan in een korte tijd worden gespeeld. Je hoeft niet meteen allerlei ingewikkelde denkstappen maken. Je kunt gewoon beginnen door te spelen en wat uit te proberen. Dat uitproberen is meestal het startpunt voor onderzoekend gedrag van waaruit ideeën voor een slimme spelstrategieën kunnen ontstaan.
- 3 Het spel biedt de mogelijkheid om te stoeien met belangrijke aspecten van de wiskunde zoals het herkennen en onderscheiden van verschillende kenmerken van figuren en het maken van ruimtelijke redeneringen. En stoeien is natuurlijk een zeer speelse vorm van onderzoekend leren.

Getal & Ruimte Junior biedt het spel aan in het *Meesterwerkboek* voor groep 4. Dit boek is bedoeld voor kinderen die meer uitdaging aankunnen. Is het spel daarom alleen geschikt voor de betere rekenaars uit deze groep? Dat is een mooie onderzoeksvraag om in de praktijk een antwoord op te zoeken.

1.4 Hoe toets je wat kinderen geleerd hebben?

Gedurende de hele basisschoolperiode wordt er aandacht besteed aan meten en meetkunde. Het betekent dat er voor iedere groep tussendoelen zijn geformuleerd, gericht op het behalen van de kerndoelen die voor deze domeinen zijn vastgesteld. Voor wie behoefte heeft aan een globaal overzicht van deze doelen en de bijbehorende leerstofinhouden, verwijzen we naar de website TULE van SLO. Deze website geeft zicht op de manier waarop de leerstof voor meten en meetkunde wordt verspreid over de groepen 1 tot en met 8. Dit maakt de doorgaande ontwikkeling van de inhoud van het onderwijsaanbod zichtbaar. In deze paragraaf bespreken we hoe je als leerkracht die ontwikkeling kunt volgen en hoe je kunt onderzoeken of de leerlingen alle doelen hebben behaald.

1.4.1 Niet alleen schriftelijk toetsen

Voor alle onderwijsdoelen geldt dat je met enige regelmaat moet onderzoeken in welke mate ze zijn behaald. Meten en meetkunde vormen hier geen uitzondering op, maar hoe toets je wat kinderen hebben geleerd? De reken-toetsen in de methoden en leerlingvolgsystemen bevatten allerlei opgaven over meten en meetkunde, dus dat zit wel goed, zou je kunnen denken. Die rekentoetsen zijn echter schriftelijke toetsen en meet- en meetkundeactiviteiten zijn echte doe-activiteiten. Denk aan het leren meten met verschillende meetinstrumenten, het leren construeren van vormen met constructiemateriaal of het leren onderzoeken van meetkundige verschijnselen zoals licht en schaduw of symmetrie. Wanneer je als leerkracht wilt weten of deze doelen zijn behaald, vertelt een schriftelijke toets hooguit een deel van het verhaal. Minstens net zo belangrijk is wat je observeert terwijl de kinderen bezig zijn.

Als het gaat om toetsen moet je steeds in het achterhoofd houden *waarom* je wilt toetsen. De belangrijkste reden om de ontwikkeling van je leerlingen te documenteren, is dat er ingegrepen moet worden als het leerproces dreigt te stagneren. Als veel leerlingen moeite hebben met bepaalde leerstof zul je aan die onderwerpen extra aandacht moeten besteden. Het zal echter ook vaak voorkomen dat een klein deel van de leerlingen achter gaat lopen; daar zul je dan specifieke maatregelen voor moeten nemen. Voor dit soort beslissingen heb je de resultaten van een schriftelijke toets meestal niet nodig. Het zal je vaak genoeg overkomen dat je denkt even een herhalingsles te doen, en dat dan blijkt dat een groot deel van de leerlingen reageren alsof dit onderwerp nog nooit aan de orde is geweest. Leg dat vast voor jezelf, want dit is blijkbaar stof die extra aandacht vraagt. Het zal je ook vaak genoeg overkomen dat een paar kinderen weinig lijken te begrijpen van wat aan de orde is geweest. Leg ook die observaties vast, want met deze kinderen moet je het onderwerp waarschijnlijk nog een keer bespreken. Een schriftelijke toets zal jouw observaties waarschijnlijk bevestigen, maar laat je beslissingen niet alleen sturen door zo'n schriftelijke toets.

1.4.2 21^e-eeuwse vaardigheden

Omdat bij meten en meetkunde het vaak om doe-activiteiten gaat, werken de kinderen tijdens deze momenten niet alleen aan vakspecifieke leerdoelen. Het gaat ook om het ontwikkelen van algemene vaardigheden op het gebied van probleem oplossen, kritisch denken, creativiteit, samenwerken en communiceren. Dit zijn vaardigheden die ook wel bekend staan als de 21^e-eeuwse vaardigheden. Het meet- en meetkundeonderwijs lijkt een plaats bij uitstek om aan deze 21^e-eeuwse vaardigheden te werken. Immers, juist bij deze

domeinen kun je werken met echte problemen. Meten en meetkunde kennen veel alledaagse toepassingen en deze vormen een rijke bron voor allerlei onderzoeksactiviteiten op school. In de komende hoofdstukken laten we daar allerlei voorbeelden van zien. Hierbij leren kinderen op hun eigen creatieve wijze een probleem wiskundig op te lossen en een oplossing in wiskundetaal aan anderen uit te leggen. Ze leren met respect voor ieders denkwijze, wiskundige kritiek te geven en te krijgen. Ze leren om alleen en samen met anderen, het denken te ordenen, te onderbouwen en fouten te voorkomen. Het zal je duidelijk zijn dat je deze vaardigheden niet toetst met schriftelijke toets. Je krijgt er vooral zicht op als je samen met elkaar problemen bespreekt en kinderen uitdaagt om met eigen oplossingen te komen. De kern is dat je als leerkracht oprechte interesse toont in hun denken en redeneren en nieuwsgierig bent naar hun manier van oplossen.

1.4.3 Wiskundige attitude

In dit hoofdstuk heb je veel kunnen lezen over nieuwsgierigheid, onderzoekend gedrag en wiskundige interesse. Het zijn houdingsaspecten die vooral zichtbaar worden wanneer kinderen samen nadenken over een open probleem. In de literatuur wordt in dit kader vaak gesproken over een wiskundige attitude. Deze wordt bij kinderen zichtbaar als ze:

- op een open, onderzoekende manier een probleem durven aan te pakken;
- daarbij op een gegeven moment tot een planmatige aanpak komen; heuristische helpen daarbij, dat zijn suggesties hoe je een probleem het beste aan kunt pakken;
- vertrouwen hebben in de eigen aanpak tijdens het oplossen van een wiskundig probleem;
- zichzelf voortdurend nieuwe vragen stellen gericht op: 'hoe zit dat?', 'hoe kan dat?', 'is dat altijd zo?', 'klopt dat wel?';
- systematisch en efficiënt willen werken. Het gaat dan bijvoorbeeld om de vraag: 'kan het nog handiger?';
- creativiteit tonen in hun oplossingen;
- gericht zijn op mooie ronde getallen, handige strategieën of passende referentiematen;
- niet slechts antwoordgericht bezig zijn, maar ook kritisch kunnen nadenken over de aanpak en deze kunnen bijsturen;
- niet alleen instrumenteel bezig willen zijn, maar ook de behoefte hebben om zaken diepgaander te begrijpen en door te willen dringen tot de wiskundige kern;
- op zoek willen gaan naar generalisaties waarbij een aanpak voor een probleem wordt veralgemeniseerd; hierbij gaat het om de vraag: 'werkt dit altijd en kan ik dit ook ergens anders toepassen?';
- gemotiveerd kunnen werken aan een wiskundig probleem en er plezier aan beleven;
- wiskundetaal gebruiken bij het beschrijven van hun oplossing;
- nieuwsgierig zijn naar oplossingen van anderen.

Het is interessant om na te gaan in welke mate je deze houdingsaspecten bij jezelf herkent. Wanneer je je bewust bent van je eigen wiskundige attitude, kun je hem beter observeren bij kinderen. Deze houding van kinderen kun je vooral stimuleren tijdens de reflectieve momenten van de les waarin wordt teruggeblikt op het oplossingsproces en wordt nagedacht over de vraag wat daarvan te leren valt. Reden te meer om juist aan deze momenten veel aandacht te schenken, het is niet alleen leerzaam voor de kinderen, maar ook voor jou als leerkracht.

Eureka!

Bij een echt wiskundig probleem gaat het om een vraagstuk waarbij de oplossingsprocedure nog niet bekend is. Als je met zo'n probleem bezig bent, moet je op zoek naar nieuwe wegen om tot een antwoord te komen. Daar hoort een beetje gepieker en geploeter bij. Soms komt er ook een gevoel van frustratie bij kijken. Het hoort er allemaal bij en het is ook waardevol, want in dat hele zoekproces van vallen en opstaan kan veel wiskundig inzicht ontstaan. Maar als je dan uiteindelijk de oplossing vindt, kun je er oprecht blij van worden. In de klas kun je dit soms tijdens de rekenwiskundeles observeren wanneer een kind plotseling opveert en enthousiast laat blijken dat het begrijpt hoe het zit. Dat fijne gevoel van 'Ik heb het gevonden' is van alle tijden.



Archimedes in bad op een Duitse houtsnede uit de zestiende eeuw.

Archimedes, een bekende wetenschapper uit de Griekse oudheid en een van de grootste wiskundigen aller tijden, ervaarde hetzelfde toen hij een ingewikkeld probleem oploste. Zijn naam is verbonden met de kreet 'Eureka!' In de huidige wiskundeliteratuur wordt hier nog vaak naar verwezen. In de tekst hierna kun je het bijbehorende verhaal lezen. Het is overgenomen uit het boek *Archimedes in bad* van Maarten Franssen (1991).

Op een dag gaf Hiëro, de koning van Syracuse, een goudsmid de opdracht om een kroon voor hem te maken. Toen de kroon was afgeleverd verdacht Hiëro de edelsmid ervan dat hij een gedeelte van het meegekregen goud had vervangen door het goedkopere zilver. Hiëro vroeg daarom aan de Griekse geleerde Archimedes, die ook op Syracuse woonde, of hij deze wandaad zou kunnen bewijzen zonder de kroon te beschadigen.

Geheel in beslag genomen door dit probleem bezocht Archimedes het badhuis en daar ontdekte hij bij het in bad stappen dat de hoeveelheid water die over de rand gutste, gelijk was aan de hoeveelheid lichaam dat werd ondergedompeld. Meteen rende Archimedes, nog nat en naakt, naar huis, onder het roepen van 'Eureka!', Grieks voor 'Ik heb (het) gevonden.' Wat Archimedes had gevonden, was een manier om het volume van een zo grillig gevormd voorwerp als een kroon, te bepalen: men dompelt het geheel onder in een tot de rand met water gevuld vat en meet hoeveel water er over de rand is gelopen. Dit volume had hij nodig om te berekenen of het soortelijk gewicht van de kroon wel dat van zuiver goud was. Als er zilver was bijgemengd, waarvan het soortelijk gewicht kleiner is dan dat van goud, zou dat aan de dichtheid van de kroon te merken zijn. Archimedes paste zijn vondst toe en de smid werd ontmaskerd.

Een probleem oplossen met heuristieken

1 Wat zijn de kosten?
Teken of schets eerst de plattegrond van de kamer. De rechthoekige kamer is 7,8 m lang en 5 m breed.
De familie Kramer neemt nieuwe vloerbedekking. Wat zal het worden, laminaat of tapijt? Ze kiezen voor de goedkoopste optie.



Uit: *Alles Telt*, groep 8a, blok 3, les 23

Je hebt nieuwe vloerbedekking nodig, maar je wilt er niet te veel geld aan uitgeven. In zo'n situatie ligt het voor de hand dat je de prijzen van verschillende soorten vloerbedekking met elkaar vergelijkt. Hier is geen standaard-aanpak voor die meteen naar het juiste antwoord leidt. Je moet iets doen met de oppervlakte van de kamer, maar als je alleen de formule 'lengte keer breedte' toepast, ben je er nog niet. Je moet ook rekening houden met de afmetingen van de vloerbedekking en onderzoeken hoe het in de kamer past. Ook de kosten voor het leggen kunnen een rol spelen.

In de schoolse wereld zijn de rekenvraagstukken vaak zo geconstrueerd dat ze met een standaardstrategie zijn op te lossen. In de realiteit zijn de problemen echter complexer en moet je rekening houden met meerdere factoren. Kinderen moeten leren hoe ze zulke problemen kunnen aanpakken. Dat is van belang voor hun ontwikkeling tot gecijferd burger. Daarom wordt er in de meeste methoden ook aandacht besteed aan echte problemen. Het vraagstuk over de vloerbedekking is hier een voorbeeld van.

Je kunt er als leerkracht niet zomaar van uitgaan dat alle kinderen meteen weten hoe ze zo'n probleem moeten aanpakken. Probleemoplossen moet je leren en daarvoor heb je een leerkracht nodig die denkstimulerende vragen stelt en aanwijzingen geeft in de vorm van heuristieken. Het woord heuristiek is afgeleid van **eureka**: ik heb het gevonden. Het zijn informele, intuïtieve zoekregels die je kunt gebruiken om problemen op te lossen. Ze bevorderen het wiskundig en analytisch doordenken van een probleem. Vragen die het werken met heuristieken stimuleren zijn bijvoorbeeld:

- Wat wordt er precies gevraagd? Kun je het probleem nog eens verwoorden in je eigen woorden?
- Herinner je je een soortgelijk probleem? Kun je de oplossingswijze die je toen gebruikte, opnieuw toepassen?
- Welke gegevens zijn belangrijk? Met welke factoren moet je rekening houden?
- Kun je er een plaatje bij tekenen?
- Kun je het probleem vereenvoudigen?
- Hoe ga je het aanpakken? Kun je een plannetje maken?
- Hoe weet je zeker dat je antwoord klopt? Is het de enige mogelijkheid?
- Hoe heb je het aangepakt? Ben je er tevreden over of kan het efficiënter?

Je begrijpt dat je als leerkracht tijd moet uittrekken om aandacht te besteden aan zulke heuristieken. Door steeds samen met kinderen terug te kijken op het oplossingsproces kun je ze bewust maken van de denkstappen die ze hebben gemaakt en de zoekregels die ze daarbij hebben gebruikt. Je zult merken dat als je dit regelmatig doet, kinderen de heuristieken gaan herkennen en steeds vaardiger zullen worden in het zelfstandig toepassen ervan. In deze les uit *Alles Telt* is vooral het maken van een tekening een handige heuristiek. Daarmee kun je in beeld brengen hoe de vloerbedekking in de kamer past. Maar ook de andere heuristieken uit het lijstje zijn bruikbaar. Ga zelf maar eens na hoe je ze bij dit probleem kunt inzetten.

Samenvatting: nieuwsgierigheid in de reken-wiskundeles

Onderwijs en nieuwsgierigheid zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Nieuwsgierigheid motiveert kinderen tot ontdekken, onderzoeken en leren. In de klas zou het moeten gaan om vragen als 'Huh, hoe zit dat?', 'Wow, hoe deed je dat?', 'Kan ik dat ook?'. Onderwijs zou georganiseerde nieuwsgierigheid moeten zijn. Hoe kun je dat tijdens de reken-wiskundeles aanpakken?

Hier volgt een lijstje met tips:

- Toon zelf nieuwsgierigheid en enthousiasme. Zorg dat je een rolmodel bent.
- Doorbreek zo nu en dan het dagelijkse patroon van de reken-wiskundeles. Verras kinderen met iets wat je zelf aan het reguliere aanbod hebt toegevoegd.
- Werk met contexten die voor de kinderen herkenbaar zijn en waar ze zich in kunnen inleven.
- Doe iets spannends met materiaal.
- Zorg voor een leeromgeving die uitdaagt tot mathematiseren. Denk aan verschillende meetinstrumenten, constructiematerialen, spiegeltjes, mozaïek, enzovoorts. Hang in de klas zelfgemaakte posters op met informatie over dingen die de kinderen zelf hebben ontdekt.
- Bied problemen open aan. Zorg dat er ruimte is voor eigen initiatief.
- Geef de kinderen de gelegenheid om te spelen en spelletjes te doen.
- Stimuleer groepswork. Een paar nieuwsgierige kinderen in de groep kunnen de anderen aansteken.
- Zaai verwarring, roep een cognitief conflict op, of speel domme August en doe alsof je het zelf ook niet begrijpt.
- Wees alert op goede vragen.
- Neem een coachende rol aan. Geef niet te snel antwoord, maar stel vragen. Leg het denken steeds bij de kinderen neer.
- Werk aan een veilig klassenklimaat waarin kinderen zich vrij voelen om te reageren en vragen te stellen. Stimuleer introverte kinderen om hun nieuwsgierigheid te uiten.
- Ga creatief om met leerdoelen. Met meten en meetkunde kun je veel kanten op. Zoek verbinding met andere schoolvakken en thema's waarvan je weet dat ze de kinderen intrigeren.
- Wees nieuwsgierig naar het leren van kinderen en volg hun ontwikkeling. Beperk je daarbij niet tot het afnemen van schriftelijke toetsen, maar observeer wanneer ze bezig zijn en ga met ze in gesprek. Heb ook oog voor hun wiskundige attitude.
- Maak lol.

Vaktaal

21e-eeuwse vaardigheden

Gecijferdheid

Generaliseren

Heruitvinden

Heuristiek

Interactie

Leeromgeving

Onderzoekende houding

Open probleem

Referentiematen

Reflectie

Systematisch werken

Wiskundige attitude

Zelftoets

Met deze toets kun je nagaan in hoeverre dit hoofdstuk heeft bijgedragen aan je professionele ontwikkeling wat betreft het stimuleren van nieuwsgierigheid. We kozen in dit hoofdstuk daarvoor onderwerpen rond meten en meetkunde. In deze toets worden de volgende onderdelen gepeild:

- het voorbereiden van een onderzoeksactiviteit voor jonge kinderen rond schaduw;
- het analyseren van een kindertekening en jouw professionele reactie daarop;
- je eigen bereidheid om te onderzoeken hoe iets precies werkt.

OPDRACHT 1.1

Schaduwen op het schoolplein

Jonge kinderen hebben van nature belangstelling voor schaduwen. Je ziet ze experimenteren met hun eigen schaduw door bijvoorbeeld hun hand te bewegen om vervolgens verwonderd te kijken wat er gebeurt met hun schaduwhand. Door het manipuleren van hun hand kunnen ze ontdekken dat ze de vorm van de schaduw veranderen. Om met kinderen te kunnen redeneren over schaduw is het belangrijk dat zij eerst volop ervaringen daarmee opdoen.

Op een zonnige dag kun je leerlingen op het schoolplein laten experimenteren met schaduwen.

- 1 Maak een lijst van wat leerlingen allemaal zouden kunnen ontdekken rond zonlicht en schaduwen. Concentreer je op wat haalbaar is voor leerlingen in groep 1, 2 en 3, maar schrijf ook op wat je oudere kinderen zou willen laten ontdekken.
 - 2 Ga nu verder in op wat leerlingen in groep 1, 2 en 3 zouden kunnen ontdekken. Met wat voor activiteiten zou je dat kunnen stimuleren? Welke vragen ga je stellen?
-

OPDRACHT 1.2
Hans tekent zijn schaduw

Na afloop van een buitenactiviteit maakt Hans een 'sradu' tekening van zichzelf en zijn schaduw. Hans (5 jaar) zegt over zijn tekening: 'Soms is je schaduw groter dan je zelf bent!'



- 1 Voor een kind van 5 is het een prachtige tekening, passend bij de observatie die Hans maakt dat je schaduw groter kan zijn dan jij zelf. Wat Hans tekent, lijkt echter meer op de schaduw die je met een lamp zou maken. Hoe zou jij de schaduw tekenen? Wat valt je nog meer op in de tekening? Waarom zou Hans twee zonnen hebben getekend?
 - 2 Hans heeft gelijk, soms is je schaduw groter dan jij zelf bent. Je wilt Hans stimuleren om verder na te denken over dat 'soms' in zijn uitspraak. Wat voor vragen ga je hem stellen? Wat voor activiteiten zou je kunnen doen om kinderen te laten nadenken over de vraag waarom je schaduw soms groot is en soms klein? Wat voor verklaringen verwacht je?
-

OPDRACHT 1.3**Experimenteren met de spirograaf**

Nieuwsgierigheid begint met verwondering en het stellen van vragen. In deze opdracht kun je onderzoeken hoe vaardig je bent in het bedenken van vragen die te maken hebben met 'hoe zit dat?'

Haal je oude spirograaf tevoorschijn of koop er eentje – want spelen met een spirograaf is sowieso leuk – en experimenteer met de wieltjes en ringen.

Maak er mooie figuren mee en verwonder je over de verschillende spiralen die je met het materiaal kunt maken. Maak daarna een lijstje met vragen die je kunt stellen als je probeert te begrijpen waardoor die verschillende vormen ontstaan. Vraag aan een medestudent om dit ook te doen en vergelijk daarna de lijstjes.

