

METEN IN METHODEN

S. Gribling, SAC Utrecht

INLEIDING

In deze bijdrage wil ik met u een analyserend en konstaterend kijkje achter de meetschermen nemen. Ik zal m.i. belangrijke criteria voor goed meetonderwijs noemen en een aantal daarvan nader onder uw aandacht brengen. Ik wil nadrukkelijk géén opsomming geven van hoe meten in verschillende methoden uitgewerkt is (daar kunt u elders informatie over vinden ¹⁾), maar vooral eens met u in dat grote meetgebied grasduinen.

1. METEN IN METHODEN

Traditioneel bestond het meetonderwijs uit niet veel meer dan het behandelen, d.w.z. uitleggen en voordoen, van het metriek stelsel en herleidingen daarbinnen.

Een aantal van de op dit moment in gebruik zijnde methoden, u herkent ze direkt (zie figuur 1), heeft deze traditie bewaard.

1. a. Bekijk achtere maten

een liter (l)	1 l = 10 dl
een deciliter (dl)	1 dl = 10 cl
een centiliter (cl)	1 dl = 10 cl

b. In goede volgorde het minste boven

1 l	5 dl	20 cl
1 cl	1 l	1 l
1 dl	5 cl	1 dl

2. Streep het verkeerde woord daar en vul in

a. In een pannetje kan precies 3 l melk.
(De inhoud, het gewicht, de lengte) van de pan is 3 l.

b. In een flesje kan precies 2 dl olie.
(De lengte, het gewicht, de inhoud) van het flesje is

c. In een kist kan 100 l steenkool.
(Het gewicht, de inhoud, de lengte) van de kist is

3. a. Een dl en een cl gebruiken we voor (grote, kleine) hoeveelheden.
b. 1 l = ... dl 1 l = ... cl 2 l = ... dl
½ l = ... dl ½ l = ... cl 2 l = ... cl

4. 100 l noemt men een hectoliter (hl).
hecto betekent **honderd** 1 hl = l
2 hl = l 100 l = hl 100 l = l
3 hl = l 300 l = hl 300 l = 3

5. Het honderdste deel van 1 hl = l.
1/100 l = dl 1/100 dl = cl

figuur 1

Maar gelukkig zijn er ook andere methoden op de markt. In die methoden, vaak zijn dat de zogenaamde reken/wiskundemethoden, is er (o.a.) op het gebied van meten veel veranderd. De belangrijkste verandering is wel dat meten veel breder wordt opgevat. Meten wordt meer en meer

beschouwd als een wiskundige activiteit met het doel greep te krijgen op het meten van (en de maten in) de werkelijkheid. Vanzelfsprekend leidt een dergelijke opvatting tot een meer open benadering van die situaties waarin meten een rol speelt. Konteksten en problemen nemen hier een belangrijke plaats in en ook is er meer ruimte voor verkennende (oriënterende) activiteiten. Meer dan vroeger staat daarbij begrip centraal: oppervlakte is niet langer alleen maar lengte keer breedte, maar oppervlakte is een grootheid die je op allerlei manieren kunt berekenen of benaderen.

Een tweede gevolg van die nieuwe kijk op meten is dat er naast het meetriek stelsel ook andere onderwerpen aan de orde komen: samengestelde grootheden als snelheid of dichtheid, relaties tussen grootheden (bijvoorbeeld tussen omtrek en oppervlakte), vergroten en verkleinen, hoogte (meten), hoeken (meten), enz. Bovendien wordt de band tussen meten en rekenen aangehaald en worden lijnen gelegd naar meetkunde, verhoudingen (via het schaalbegrip) en, hoewel nergens expliciet, naar kansrekenen (het zogenaamde statistische meten).

2. KANTTEKENINGEN

Hoewel de 'niet-traditionele' methoden er aantrekkelijk en nieuw uitzien blijkt vaak bij nadere beschouwing dat het niet alles goud is wat er blinkt. Nog steeds worden sommige maten (de millimeter) gewoon behandeld en worden bepaalde meetstrategieën aangeleerd of voorgekauwd als betrof het standaardalgoritmen. Ook de manier waarop de meeste methoden met meetresultaten/meetgetallen omgaan, laat te wensen over (ik kom hier straks op terug). Bovendien zet ik vraagtekens bij de invulling van de voor begrip zo belangrijke eerste oriënterende fase en de overgang naar de fase waarin (eenheids)maten worden geïntroduceerd. Ik zal hier in de volgende twee paragrafen op in gaan.

3. ERVAREN

Meestal valt er in de 'nieuwe' methoden voorafgaande aan de introductie van een nieuw begrip of de invoering van een nieuwe maat een zogenaamde oriënterende fase te herkennen. Hierin doen de leerlingen allerlei ervaringen op rond het betreffende onderwerp. Omdat 'ervaringen opdoen' door de diverse methoden zo verschillend uitgewerkt wordt, wil ik daar wat langer bij stilstaan. Eerst een voorbeeldje: een kollega vertelde me eens de volgende anekdote.

Tijdens een eerste les over luchtdruk, hij zat in de 6e klas van de lagere school, demonstreerde de onderwijzer het idee luchtdruk door een leeg konservenblikje vacuüm te pompen, waardoor dit als een prop papier in elkaar gefrommeld werd (implosie). De onderwijzer stond te glunderen. De klas was sprakeloos: dit was tovenarij, dit was magie ! De glunderende onderwijzer zal ongetwijfeld het idee gehad hebben dat zijn kinderen iets van luchtdruk ervaren hebben, maar is dat eigenlijk wel ervaren ? Ik zou dat liever meemaken willen noemen, of, nog passiever gezegd: er is hun iets overkomen. Volgens mij heeft dat met ervaren, of ervarend leren (!) niet veel te maken²⁾. Ook in veel methoden komen we 'ervaren' tegen in de betekenis van 'meemaken', bijvoorbeeld in de volgende situatie (figuur 2).

2 Opmachtkaart voor twee kinderen.

Zelf een maatbeker maken

Je hebt nodig

- papier, pen en schaar
- plaksel of plakband
- een maatbeker
- lege melkfles en lege frisdrankfles
- een trichter
- een lepel



a Knip een strookje papier en plak dat op de melkfles, net als op de tekening

b Vul de maatbeker met water tot het streepje van 1 dl. Giet dit in de fles. Bij de bovenkant van het water zet je een streepje op het strookje. Doe dit net zo vaak tot de fles zo vol is dat er geen di meer bij kan. Hoeveel dl zit er in de fles?

c Doe hetzelfde nu ook bij de frisdrankfles

d Steek het streepje van 7 dl bij beide. Reseen even hoog? Hoe zou dat komen, denk je?

e Zoek nu vijf potjes of flessen. Er mag ook best een hore grote bij zijn. Doe ze allemaal vol water. Giet ze een voor een leeg in de melkfles. Hoeveel dl gaan er in de potjes of de fles? Schrijf het zo op

Wat meet ik?	inhoud
jampotje	... dl
azijnfles	... dl

f Hoeveel lepels water passen er in een dl, denk je? Meer het eens na. Schrijf op: Er gaan ... lepels water in 1 dl

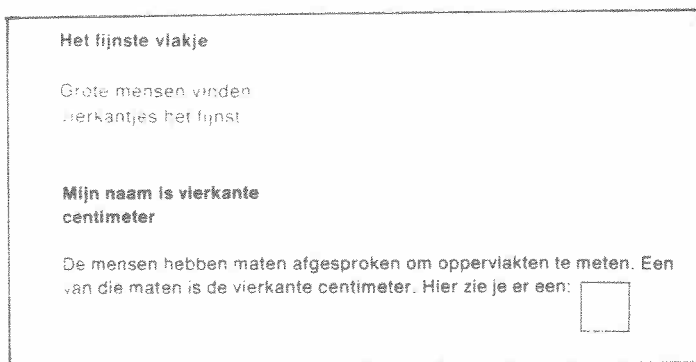
figuur 2

Ervaren de leerlingen, terwijl ze aan deze opdrachtkaart bezig zijn, dat je maten kunt verfijnen ? Neen. Ze maken het mee. Ervaren ze hoeveel één deciliter is ? Dat vraag ik me af. Een deciliter limonade heb je zo op, maar hoe zit dat met azijn of blauwzuur ? En hoever komt een auto met één deciliter benzine ?

Dergelijke vragen, hoe subjektief de antwoorden ook zullen zijn, zouden, juist door de conflicten en de verwondering die ze oproepen, nou net in die ervaringsfase aan bod moeten komen. Niet geïsoleerd, maar als onderdeel, sterker nog, als uitgangspunt van het onderwijs.

4. OP WEG NAAR EENHEIDSMATEN

En ook bij de overgang van zo'n oriënterende fase naar een volgende fase zou aangesloten moeten worden bij opgedane ervaringen. Helaas gebeurt dat weinig. In een van de bestaande methoden meten de leerlingen oppervlakte met allerlei, ronde én hoekige, 'maten'. Tijdens dat meten blijkt dat meten met vierkantjes of rechthoekjes (meestal) prettiger werkt dan met rondjes. Vanuit die ervaring ligt het samen denken over en het samen zoeken naar een standaardmaat voor de hand. In de methode echter wordt de eenheidsmaat als een soort deus ex machina geïntroduceerd (zie figuur 3)



figuur 3

Zo moet het natuurlijk niet.

5. KRITERIA

De vraag hoe dan wel, brengt mij (en u) vanzelf bij wat ik zie als criteria voor goed meetonderwijs.

5.1 Algemeen

Allereerst is er een aantal algemene, d.w.z. het meetgebied overstijgende, criteria/kenmerken aan te geven, zoals

- ▶ de uitgangspunten van de methode. Hoe wordt in de methode over 'leren' gedacht ? Wat is het belang van handelen, ervaren daarbij ? Hoe is dat uitgewerkt ? Bevat de methode mogelijkheden tot differentiatie ? Enz.
- ▶ Het gebruik van konteksten³⁾. Zijn deze motiverend en gevarieerd ? Vloeien de bedoelde activiteiten op een logische manier voort uit de opgeroepen situaties ?
Vaak zie je wat dat betreft vreemde dingen. Zo kwam ik een situatie tegen in een van de methoden waarin een vader z'n auto wil inruilen tegen een nieuwe en de keuze uit 5 verschillende typen heeft. Een reëel probleem lijkt me, dat aanleiding kan zijn tot allerlei gevarieerde rekenopdrachten (inruilwaarde, prijsvergelijking, afbetaling, enzovoorts). Deze op zich aardige situatie wordt dan echter afgesloten met de volstrekt ridicule vraag "Hoeveel kosten alle auto's samen ?" Alsof dat die vader wat kan schelen. Nee, dan voel ik meer voor situaties als in figuur 4.

2 Om elk land een hek.

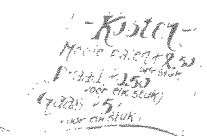
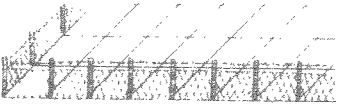
De figuren uit opgave 1 zijn plattegronden van stukken land van een boer. Om elk stuk land moet een hek komen. De boer doet het zo:

- op alle buitenste kruispunten komt een paal
- tussen de palen komt gaas en prikkeldraad

Kijk maar op de tekening hoe het wordt

De boer schrijft op een stukje papier wat de dingen die hij nodig heeft kosten

- Rekenen jullie nu eens uit wat elk hek kost
- Voor welk stuk land is de boer het voordeligst uit?
- Bij welk stuk land moet de boer voor het hek f 128,- betalen?



figuur 4

Doordat de bedoelde berekening (omtrek) gekoppeld is aan een andere grootte (prijs) ligt de activiteit hier wél voor de hand.

- ▶ Het gebruik van hulpmiddelen, zoals tabellen en grafieken, schema's (deel-geheel-schema) en visualiseringen.

5.2 De vormgeving van het onderwijs.

In de tweede plaats zijn er criteria aan te geven die te maken hebben met het soort onderwijs dat je met een methode kunt realiseren.

- ▶ Worden er situaties en activiteiten beschreven waarin de leerlingen er-
varingen opdoen die tot begripsvorming bijdragen ?

- ▶ Is er sprake van een open probleemgerichte aanpak⁴⁾ of is de opbouw rond een bepaald onderwerp formeel en sterk algoritmisch van aard? Is er ruimte om te zoeken naar eigen oplossingswegen of staat een unieke oplossing al half en half aangegeven? Krijgt de leerkracht aanwijzingen hoe zo'n zoekproces te begeleiden? Enzovoorts⁵⁾.
- ▶ In welke mate kunnen de leerlingen op eigen nivo werken? Zijn er bijvoorbeeld meerdere oplossingen mogelijk, of is één oplossing via meerdere wegen te bereiken⁶⁾?
- ▶ Wordt er in de methode aandacht besteedt aan reflektie en explicitering? Wordt de les/het probleem nog eens vanaf het begin met en door de klas besproken? Geeft de methode aanwijzingen voor de leerkracht hoe een dergelijke nabespreking te realiseren valt? Of is een les afgelopen als het werkblad gemaakt is?

Ook nu weer is het opvallend te konstateren hoe weinig de diverse methoden aan dit aspect van het onderwijs doen. Zo wordt bijvoorbeeld door de methoden, of in ieder geval door een aantal ervan, min of meer uitgebreid aandacht besteed aan de geenszins eenvoudige relatie tussen omtrek en oppervlakte. Geen van de methoden echter doet een poging, na overigens meestal leuke lessen, dat verband in een gesprek achteraf naar voren te halen, terwijl m.i. juist door zo'n nabespreking zulke lessen pas echt tot hun recht komen.

5.3 Meetaspect

In de derde plaats wil ik een aantal criteria noemen die specifiek met meten te maken hebben. In het vervolg van mijn verhaal ga ik op 2 ervan uitgebreider in.

- ▶ Welke onderwerpen komen in de methode aan bod (eerder heb ik al een aantal mogelijke onderwerpen genoemd)?
- ▶ Op welke manier wordt er tegen meten aangekeken? Hoe wordt er omgegaan met meetresultaten/meetgetallen?
- ▶ Besteedt de methode aandacht aan het ontwikkelen van maten voor verschillende, al dan niet samengestelde, grootheden?

6. METEN EN MEETGETALLEN

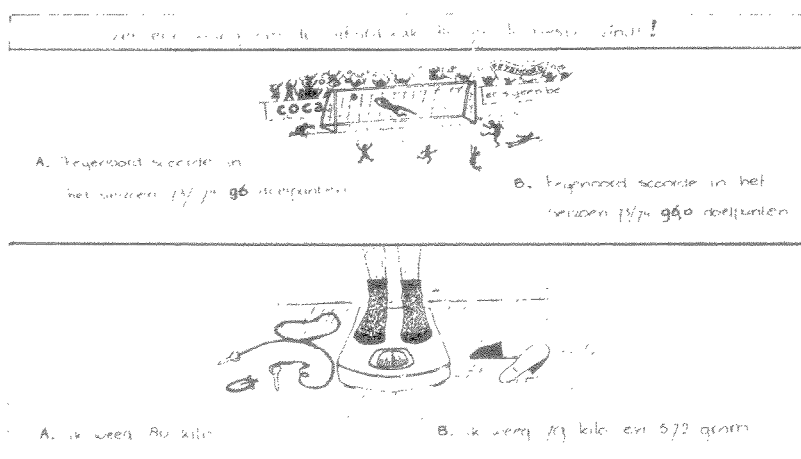
Om te kunnen meten is het nodig dat je:

- ▶ een maat kunt kiezen;
- ▶ maten kunt gebruiken en eventueel kunt verfijnen;

- ▶ je meting kunt afronden;
- ▶ weet wanneer je wel en wanneer je niet moet afronden;
- ▶ kunt schatten.

Daarnaast is het belangrijk om te leren omgaan met zogenaamde meetgetallen of meetresultaten. Wanneer iemand de pols heeft genomen van verschillende patiënten en als uitkomsten geeft: 76, 92, 68 en 104, dan geven deze getallen, behalve informatie over de patiënten, ook een indicatie voor de manier waarop er gemeten is. Uit het feit dat alle getallen viervouden zijn, nl. valt iets af te leiden over de gevolgde meetmethode (15 seconden tellen en dan 'maal 4'). Zo geeft de uitkomst 1.04.7 als zwemeindtijd aan dat er in tienden gemeten is. De meetfout is dan maximaal 5 honderdste van een seconde (meer of minder), immers alles tussen 1.04.65 en 1.04.75 wordt op 1.04.7 afgerond. Als je als uitslag geeft 1.04.70, dan heb je veel nauwkeuriger gemeten. Je geeft dan aan dat de nul nog redelijk zeker is maar dat je de duizendsten niet goed meer hebt kunnen 'zien' (meetfout maximaal 5 duizendste). 1.04.70 is dus een veel preciezer meetgetal dan 1.04.7⁷⁾. In het algemeen kun je zeggen: hoe meer cijfers achter de komma, al zijn het nullen, hoe nauwkeuriger je uitkomst. Je dient je echter wel voortdurend af te vragen:

- ▶ of een dergelijke nauwkeurigheid gewenst is (is het nodig om heel precies te meten⁸⁾ ?
- ▶ of een dergelijke nauwkeurigheid reëel is (ik weeg 79 kilo en 572 gram !)
- ▶ en om wat voor getallen het gaat (96,0 doelpunten ?) (figuur 5).



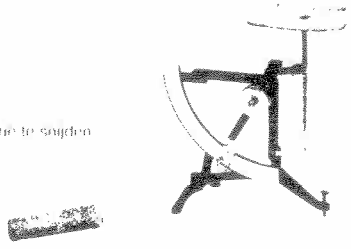
figuur 5

En dan blijkt dat meetgetallen hele andere getallen (kunnen) zijn dan de getallen uit de rekenles.

Veel methoden weten met dit gegeven geen raad. In onderstaande opdracht wordt daarom gemakshalve de m.i. meest interessante vraag maar weggelaten, nl. de vraag of de resultaten van de vier wegingen samen wel 240 gram zullen opleveren. Met rekengetallen zou dat natuurlijk geen probleem zijn. Met meetgetallen hoeft dat, doordat je nu vier keer hebt afgerond (op bijvoorbeeld 58, 61, 56 en 62 gram) niet het geval te zijn. Trouwens, wie weet is er wel wat modeline aan het snijtuigje blijven zitten (figuur 6).

Eerlijk delen

Dit heb je nodig:
de maatwaaier,
een brek modeline
een meetlatje
een touwtje om de modeline te snijden



1 Weeg 240 gram modeline af.
Rol er een worst van, die 16 cm lang is.
Die worst moet overal even dik zijn.

2 Met je meetlatje en het snijtuigje verdeel je de worst zo goed mogelijk in vieren.

3 Elk stuk is ... deel
Weeg elk stuk apart

4 Schrijf in je schrift
De worst weegt gram
Elk vierde deel moet gram wegen
Een stuk weegt gram Dat is gram te veel/te weinig
Een stuk weegt gram Dat is gram te veel/te weinig.
Een stuk weegt gram Dat is gram
Een stuk weegt gram Dat is gram

figuur 6

En zo blijft er dan een mooie kans liggen om met de kinderen eens op een wat meer kritische manier met getallen bezig te zijn.

Ook rond het kiezen van een maat zou je trouwens leuke klassegelassen kunnen hebben. Immers niet iedere maat is geschikt om in allerlei situaties te gebruiken. Een vliegticket naar Australië bijvoorbeeld druk je niet uit in minuten maar in uren, een bootreis om de wereld gaat in weken. Een goede methode hoort m.i. ook aan dit meetaspect aandacht te besteden⁹⁾.

7. ONTWIKKELEN VAN MATEN

Bij het zoeken naar een geschikte maat kun je overigens in situaties terecht komen waarin voor wat je meten wilt geen passende maat bestaat of waarin die maat jou niet bekend is. Met name bij samengestelde grootheden als dichtheid, capaciteit, windkracht, druk, kosten sterreklame, enzovoorts, kan dat voorkomen. Je zult dan aan de hand van essentiële kenmerken van de te meten grootheid en aan de hand van wat voor jou rele-

vant is een (nieuwe) maat moeten ontwikkelen. Bij doorzichtigheid van glas bijvoorbeeld is niet de 'vuilgraad' van het glas interessant alswel het effect ervan op hoever je nog kan zien, dus ga je dat meten. Bij het meten van de Kapaciteit van een kraan koppel je niet de doorsnee van de kraan aan de druk die in de waterleiding heerst, maar zet je gewoon een emmer onder de kraan, je doet de kraan open en je meet de hoeveelheid water die er per tijdseenheid uitkomt.

Dit soort activiteiten, waarbij je moet nadenken over hoe en waarmee je het beste kan meten en waarbij je soms (nieuwe) maten moet bedenken om bepaalde 'verschijnselen' aan te kunnen, vind ik heel wezenlijk voor de ontwikkeling van het leren denken.

Het is jammer, maar het moet (weer) gezegd, dat ook hieraan de meeste methoden niet of nauwelijks aandacht besteden.

SLOTOPMERKING

Tenslotte de opmerking, als aanvulling op de wellicht t.a.v. methoden wat negatieve teneur van mijn verhaal, dat het een verademing was om te zien hoeveel werk er in sommige methoden gemaakt is van het onderdeel meten. Mijn kritiek richt zich dan ook zeker niet op die methoden in haar geheel. Ik heb alleen aan willen geven aan welke -voor mij essentiële- onderdelen er ook bij die methoden nog het een en ander schort.

N O T E N

- 1) Jong, R.A. de, e.a., *Almanak: Reken/wiskundemethoden anno 1984*. Utrecht, OW & OC, 1983.

Wiskobas, *Rapportboekje 3: overzicht rekenmethoden anno 1980*. Utrecht, IOWO, 1980.

- 2) Maar natuurlijk, dit even ter aanvulling, zal er wanneer iets je vaker overkomt op den duur wel sprake zijn van enig leereffect.
- 3) Zie o.a. ook: Gravemeijer, K., Het gebruik van contexten. *Willem Bartjens*, 1981/82, 4.
- 4) Zie o.a. ook: Vuurmans, A. Over probleemgericht reken/wiskunde onderwijs. *Willem Bartjens*, 1983/84, 1.

5) Een probleemgerichte aanpak heb ik weinig in de methoden teruggevonden. Vaak is de beginsituatie, de kontekst, nog wel aardig, soms zelfs (heel) leuk. De manier waarop er vervolgens naar dé oplossing toegewerkt wordt echter is veelal sterk voorgestructureerd en erg algoritmisch.

6) Bijvoorbeeld bij het berekenen van oppervlakte door:

- ▶ hokjes te tellen
- ▶ te vermenigvuldigen
- ▶ eerst om te structureren en dan pas te tellen c.q. te vermenigvuldigen
- ▶ verschillende strategieën te gebruiken t.a.v. het al dan niet meetellen van randhokjes.

.....

7) Voor het gemak worden dergelijke tijden in de (zwem-)sportwereld overigens wel aan elkaar gelijk gesteld. Zo kwam ik in de volkskrant van 14 maart j.l. het volgende bericht tegen:

Van onze sportredactie

AMSTERDAM — Frank Vijver heroverde zaterdag het Nederlands kortebaan-record op de 100 meter schoonslag. De zwemmer van het Amsterdamse IJ kwam in Hilversum tot een hand-tijd van 1.04.7, hetgeen 0.21 sneller was dan Ronnie Dekker vorige week tijdens de Nederlandse winterkampioenschappen. Vijver werd toen verrassend verslagen.

Zuiver wiskundig gezien is dit bericht niet korrekt, maar, gezien de onderliggende konventie, wel aanvaardbaar.

8) Wanneer je iets precies meet, en wanneer niet, ligt natuurlijk niet één-duidige vast. Vaak hangt het af van het doel waarmee je een bepaalde meting verricht. En van de verwachting die je hebt aangaande de mogelijke nauwkeurigheid en representativiteit van je meting (bijvoorbeeld bij een steekproefsgewijze verkeerstelling). En motivatie als: "Omdat een potlood korter wordt door ermee te schrijven, hoeven we de lengte niet tot in millimeters nauwkeurig weer te geven" (uit een van de methoden) vind ik, wat dit aspect betreft, nogal twijfelachtig. Als je zo redeneert, kun je je potlood net zo goed helemaal niet meten.

9) Er zijn een paar methoden die dat ook inderdaad doen.