
Met stokjes meten, dat heb ik nog niet gehad

- meetapparaten en maten van meet af aan -

*M. Nührenbörger
Universiteit Münster, Duitsland*

Geringschatting van de voorkennis van de leerling betekent de leerling in zijn persoonlijkheid en in zijn individuele manier van begrijpen niet te willen erkennen.

R. Girg

1 *inleiding*

Invoering van lengten is een essentieel onderdeel van het reken-wiskundeonderwijs in groep 4. De opbouw van een funderend begrip van lengte vormt immers de basis voor verdere grootheden als oppervlakte en inhoud. Hoewel het reken-wiskundeonderwijs de laatste jaren hoe langer hoe meer verandert in de richting van een constructieve leergang, waarin de leerlingen zich zelfstandig, op een productief-ontdekkende en coöperatief-communicatieve manier met complexe, uitdagende problemen bezighouden, wordt het lengtebegrip vaak nog volgens een voorgestructureerde leergang ingevoerd.

Veel school- en handboeken hanteren de ‘didactische ordening van niveaus’, waarin de kinderen stapje voor stapje meetervaringen opdoen: n een soort ‘tijdsverdichting’ doorlopen zij de historische ontwikkeling van de eenheidsmaat, vanaf het directe vergelijken via het indirecte vergelijken met willekeurige maten en lichaamsmaten naar het alledaagse meten met gestandaardiseerde maten en meetapparatuur. Onder leiding van de leraar moeten zij gedurende de eerste periode van het leerproces door herhaald afpassen van objecten op allerlei voorwerpen in de school het nut leren kennen van een gestandaardiseerde, algemeen geaccepteerde eenheidsmaat en zo een funderend meetinzicht opbouwen.

Maar hoe moeten de kinderen de zin begrijpen van deze (her)uitvinding van de standaardmaten, als al vanaf de eerste schooldag een liniaal met een perfecte maatverdeling in hun schooletui zit? Is het niet een gemiste kans aan de voorkennis en belangstelling van de kinderen voorbij te gaan,

terwijl hen bovendien nog eens tussen neus en lippen door wordt meegegeeld dat er op school geen gebruik gemaakt zal worden van hun eerder opgedane kennis? Terwijl in het vervolg van het onderwijs aan het praktische meten ongetwijfeld een bijzondere plaats toe te kennen valt, zouden de domeinspecifieke voor-ervaringen, die de kinderen in het gewone leven met conventionele maten en meetinstrumenten met het daarbij ontwikkelde (pre-)meetbegrip hebben opgedaan, toch van meet af aan in acht genomen moeten worden.

2 *alledaagse meetervaringen*

Kinderen ervaren voortdurend hun eigen lichaamsgrootte bij het kwalitatief-visuele vergelijken van lengten in hun omgeving (wie is groter/kleiner dan?) en bouwen daarmee intuïtieve begrippen op over kwalitatieve lengtematen. Tegelijkertijd doet ieder kind in het dagelijks leven al zekere meetervaringen op met conventionele meetapparatuur en maateenheden (bijvoorbeeld de eigen lichaamslengte, de grootte van een paard of hond, de hoogte van de springplank in het zwembad, km op de kilometerteller van een auto, het traditionele Duitse feest als een kind 1 meter wordt, 1 cm als afstand van de getallen op een liniaal). Het niveau van het kinderlijke begrip van de getallen en eenheden bij het meten wordt door de situatie van dat moment bepaald (meetinstrument, de aanleiding tot het meten, het doel, de vaardigheden en de kennis). Deze is gebaseerd op individuele domeinspecifieke meetervaringen en verschilt per kind. Actuele onderzoeksgegevens en eigen onderzoek tonen aan dat meetervaringen nauw verbonden zijn met het gebruik van meetinstrumenten.

Kinderen zijn geneigd om in meetsituaties, waar een visuele vergelijking niet voldoende is, standaard-meetapparatuur te gebruiken, ook al beheersen ze deze instrumenten nog niet goed. Ze willen lengten meten op een manier zoals ze dat buiten de school meegemaakt hebben. Maar op school leren ze aanvankelijk om objecten, die daar helemaal niet voor bedoeld lijken, als maten en meetinstrumenten te interpreteren (hoewel, zoals bekend, respectievelijk stokjes bij het bouwen, stiften en krijt bij het tekenen en schrijven, veters bij het strikken en wiskundeonderwijs bij het tellen gebruikt worden). Mogelijk pakt niet ieder kind deze opvatting ten aanzien van het herhaald afpassen met willekeurige objecten op, waardoor ze deze handeling niet op een zinvolle wijze in hun subjectieve meetervaringen integreren en derhalve ook niet verder komen in hun meetontwikkeling.

‘Met het kind ...

– de kennis over bekende maten en meetinstrumenten, die de kinderen

in het alledaagse leven hebben opgedaan, zou toch eigenlijk van meet af aan serieus genomen moeten worden en naast de concrete meetervaringen als een soort ankerkennis op een constructieve manier in het onderwijs betrokken moeten worden.

- ... uitgaan van de zaak, die ook voor het kind de zaak is.’
(Wagenschein 1990, pag.11).

Aanleidingen tot ‘hoofd-meten’

Verdieping van het lengtebegrip bij de kinderen door middel van korte meet- en schatsituaties, waarbij het met name gaat om verklaringen en reflecties op de wijze van aanpak.

- *Verdiepende activiteiten*
 - *1mm-, 1 cm-, 10 cm- en 1m-stroken ontwerpen - daarbij voorwerpen met hun echte lengte tekenen of uit een catalogus knippen en opplakken;*
 - *lengten, die optisch lijken te verschillen (bijvoorbeeld Müller-Lyersche misleiding), controleren;*
 - *elke dag lijnstukken van verschillende lengten schatten, deze schatting toelichten en noteren, in hoeverre verschillen die metingen als de lijnstukken op verschillende afstanden staan, meten van lijnstukken met verschillende dikten, op verschillend gekleurde achtergronden (Holt, 1999);*
 - *ouders op school schatten, dit thuis controleren - ook te doen als groepswork;*
 - *variaties op bekende opgaven (Hoe lang is de tafel?). Hoe hoog zitten dedeukrukken? Hoe groot ben ik tot aan mijn heup? Wie van de vier kinderen, die aan tafel zitten is het grootst? Wie is de grootste leerling of leraar van de school?*
 - *dierenrecords in vergelijking met de eigen prestaties (grootte, verspringen, hoogspringen).*
- *Een ‘nieuwe’ kijk op bekende zaken*
 - *hoelang is een streep tandpasta? Hoe vaak kun je daar je tanden mee poetsen? (Peter-Koop, 1999);*
 - *even zo: hoelang is een veterdrop? Hoeveel meter zit er in een zak? Hoelang is één spaghetti-stengel? Hoeveel meter spaghetti kun je eten?*
- *Schatspelletjes*
 - *‘Ik zie iets dat zo lang is als ...’ of ‘dat korter is dan ...’;*
 - *‘Alle kinderen, die kleiner zijn dan ..., gaan naar buiten’.*
- *Uitdrukkingen en zinswendingen*
 - *mijlenver, ellenlang, duimendik, 3-turven-hoog, 7-mijlslaarzen (Winter, 2001).*

figuur 1

Bekende onderwerpen voor projecten, zoals meetactiviteiten met en aan het eigen lichaam, de schooltuin, het zwemdiploma, sportdagen, de school

en de weg naar school, speurtochten en het schoolreisje bieden levensechte en complexe aanleidingen tot meten. Voor de kinderen zijn dit echte uitdagingen, waarin zij zelf betrokken worden en zo ook het toepasbare en aanschouwelijke van de wiskunde ervaren. Ook meetspelletjes en bijzondere situaties spreken hen aan (fig.1). Maar hoe kunnen deze complexe aanleidingen tot meten als uitgangspunten gebruikt worden bij een expliciete inleiding in het lengtemeten?

3 *van het begin af aan meten met het lichaamsboek*

Als voorbeeld hiervoor kan het thema ‘lichaam’ dienen, want kinderen betrekken lengten vooral op hun eigen lijf.

‘Uitgaand van de eigen persoon, van het ik als maat van de wereld, worden andere metingen pas als zinvol en noodzakelijk ervaren.’

(Lorenz 1992, pag.12)

Aangezien het lichaam een centrale rol speelt in het zaakonderwijs van de eerste schooljaren, biedt dit onderwerp telkens weer aanleidingen om allerlei lengten van het lichaam tot onderwerp van onderzoek te maken. Tijdens een inleidend gesprek op het thema ‘Wij meten ons lichaam’ kan vastgesteld worden wat de kinderen zoal weten en kan op grond daarvan een planning plaatsvinden.

<i>Inhoud van het lichaamsboek</i>	<i>Bijbehorende verdiepende activiteiten</i>
• <i>De eigen lichaamslengte bepalen en noteren</i> – <i>het lichaam in verschillende standen meten;</i> – <i>1m-punt van je lichaam bepalen en in een plaatje aangeven;</i> – <i>lichaamslengte met 1m-, 10 cm- en 1 cm-stroken visualiseren en vergelijken.</i> • <i>Andere lichaamsmaten bepalen en noteren</i>	• <i>Meetapparatuur als mentale middelen om te meten</i> – <i>kleine liniaal, 1m-liniaal of meetlint.</i> • <i>Vaste lichaamsmaten (vuistregels) als globale meetinstrumenten voor 1 cm, 10 cm en 1 m.</i> • <i>Steeds opnieuw bepalen van lichaamslengte en andere ‘vaste’ lichaamsmaten in de loop der tijd.</i>

figuur 2

De kinderen zouden elkaar tot beter begrip voorstellen kunnen doen over de te gebruiken meetinstrumenten. Daartoe kan een ‘meetbureau’ (een tafel waarop zelf meegebrachte meetapparaten en hun benamingen) ingericht worden, waarop de benodigde 1m- en 1 cm-objecten tentoongesteld en toegelicht worden. Deze standaardobjecten dienen er ook voor om te laten zien in welk opzicht de verschillende meetinstrumenten hetzelfde zijn.

Verder wordt er dan op een productief-communicatieve manier met het

materiaal van het 'lichaamsboek' gewerkt, zoals dat in 'Die Grundschrift' (141/2001) is beschreven (fig.2).

Daarbij komen vragen naar de meettechniek, het meetproces en de nauwkeurigheid ter sprake en worden ideeën uitgewisseld, die zowel het meetbegrip als het gevoel voor nauwkeurigheid kunnen bevorderen (fig.3).

Alle meten is gebaseerd op kennis en inzichtelijke voorstelling van getallen (getallenrij, operaties met getallen) en eenheden (willekeurige en gestandaardiseerde eenheden, relaties tussen de eenheden), en op het gebruik van meetinstrumenten (technisch gebruik, geschikte keuze van de instrumenten in verband met de situatie, middelen om het meten aanschouwelijk te maken), alles ingebed in het meetproces (meetstrategieën, correct afpassen van de eenheid, verdelen in even grote eenheden, relaties tussen de grootte van een getal en zijn eenheid, gevoel voor de relatieve nauwkeurigheid van de meetresultaten).

*Hoe lang? Zal ik schatten of meten?
Welke eenheid is hier geschikt voor? Hoe
nauwkeurig moet gemeten worden? Hoe
meet ik? Kan ik een liniaal gebruiken (zijn
die allemaal hetzelfde?) of een afgekorte
eenheid (die ik dan meetel)? Hoe meet
ik als de eenheid niet uitkomt op de
liniaal? Hoe noem ik het meetresultaat en
hoe kan het opgeschreven worden?*

figuur 3

De eigen lichaamslengte en hun talrijke en belangrijke meetervaringen daarmee (al vanaf hun geboorte!) hebben hun echte interesse. Het meten van de actuele lichaamslengte laat van het begin af aan de samenhang van de verschillende maateenheden zien, zodat deze niet eerst kunstmatig gescheiden worden en daarna weer gerelateerd moeten worden. Het werken met de eenheden voltrekt zich derhalve binnen het zekere systeem van de onderlinge relaties.

Tegelijkertijd kunnen ook de relaties tussen het systeem van lengten en het decimale getallensysteem benut worden, wanneer lengtestroken van 1 m, 10 cm en 1 cm (in verschillende kleuren) op de muur worden geplakt - dat biedt ook nog de mogelijkheid om op de oorspronkelijke betekenis van de woorden meter (maat) en centimeter (honderdste deel van een meter) in te gaan. Lichaamslengte als dynamische maat en het lichaam als een mengelmoes van maten en lijfelijke meetactiviteiten, bieden in de loop van het schooljaar steeds weer de gelegenheid om de meetervaringen op een spiraalvormige wijze vorm te geven en verder uit te bouwen. (Holt, 1999; Winter, 1986). Hier kan bijvoorbeeld de nauwkeurigheid bij meten verder uitgediept worden. Bij het meten van de lichaamslengte kan met

behulp van een waterpas de top van het hoofd precies op de muur aangegeven worden. Hiermee kan de nieuwsgierigheid van de kinderen geprikkeld worden en worden nieuwe vragen opgeroepen (bijvoorbeeld welke invloed kan de dikte van je sok op je lengte hebben? wat zijn de grenzen van de schaalverdelingen? en zo meer). Wordt er elke maand gemeten, dan kan de groei bijgehouden en de toenames berekend worden.

4 *enkele vaste lichaamsmaten als hulpmiddel bij het meten*

Om tot het meten met conventionele maten en meetapparatuur te komen, wordt in het begin echter niet alleen met de functionele meetapparatuur gewerkt, maar ook met lichaamsmaten. In tegenstelling tot allerlei voorwerpen, die eigenlijk wat raar zijn om als meetinstrument te gebruiken, zijn juist de lichaamsmaten als niet-standaardmaat, maar juist als alledaagse maten heel goede vervangers. Ook bruikbaar als instrumenten in situaties, waarbij niet zo precies hoeft te worden gemeten en waar een grove schatting voldoende is.

Lichaamsmaten hebben een krachtige, eigen betekenis voor kinderen, ze zijn steeds beschikbaar en gemakkelijk in elke situatie toe te passen. Juist een aantal kernmaten van het eigen lichaam, die in gewone decimale maten uitgedrukt worden zijn mooie vervangers voor de gebruikelijke meetinstrumenten, omdat ze makkelijk met getallen zijn te verbinden, maar ook omdat andere lengten daaruit afgeleid kunnen worden (levenslijn in de palm van je hand is ongeveer 1 mm breed; duim is ongeveer 1 cm breed; afstand duim-wijsvinger is 10 cm; een flinke stap is ongeveer 1m). Het concrete meten wordt dus intensief en betekenisvol beleefd, zodat de kinderen hun meet-begrip over het herhaalde afpassen, het systematische ontleden en tellen van de lijnstukken verder uitbouwen en aldus een aantal vaste, realistische alledaagse 'referentiepunten' opbouwen.

Daarbij doen zich vragen voor, die de sleutel zijn voor een diepgaander meetbegrip. (Waar begint de eerste lineaire eenheid? Welke betekenis heeft de constantie van dezelfde eenheidsmaat? Hoe en hoe vaak kan de gekozen eenheidsmaat aangepast worden? Wat is de betekenis van het aantal keren dat er aangepast is als dit uitgedrukt wordt in conventionele maten? Hoe moet de rest verder onderverdeeld worden?)

Bepijking van de referentiepunten tot lichaamsmaten betekent natuurlijk niet dat verdere, misschien subjectief belangrijkere standaardmaten uitgesloten moeten worden.

5 *linialen als middel tot inzicht in het meten*

Enerzijds kunnen linialen instrumenteel, volgens vaste regels gebruikt worden: liniaal aanleggen en verder schuiven zonder gaten te laten vallen; aflezen van de schaal; interpreteren van de verschillende maateenheden en de meetresultaten, die niet precies op een centimeter uitkomen.

Anderzijds kunnen ze ingezet worden om maatgetallen en hun relaties te visualiseren. Immers de liniaal als cultureel gegroeid, conventioneel meet-instrument maakt het meetproces, het ontleden en het verveelvoudigen van de eenheden aanschouwelijk. Als aanschouwelijk middel kan hij waardevolle diensten bewijzen voor de opbouw van mentale voorstellingen en begrip van maateenheden. En wel wanneer hij namelijk niet alleen als meetapparaat, maar ook als denk-onderwerp wordt gebruikt.

Hiertoe is het volgende een zinvolle activiteit: laat de kinderen zelf linialen tekenen. Deze activiteit biedt de mogelijkheid om kinderen inzicht te laten verwerven in de opbouw van de schaalverdeling en kan aanleiding zijn voor een gesprek over de markeringen, die de sleutel zijn van die schaalverdeling. Tegelijkertijd geven de door de kinderen getekende liniaalbeelden de leraar inzicht over wat voor voorstellingen zij hiervan eigenlijk hebben (zie appendix). Deze brugfunctie van de liniaal - enerzijds als concreet meetinstrument, anderzijds als drager van conventionele eenheden en getallen - kunnen de kinderen zichzelf eigen maken en benutten als ze moeten schatten. Ze onthouden de liniaal als een mentale representant voor de centimeter en voor vaste maten (bijvoorbeeld de 30-cm liniaal voor 30 cm). Of ze gebruiken hem als een mentale liniaal bij het schatten: ze leggen hem in gedachten langs het te schatten voorwerp en lezen het resultaat op de door hen visueel gedachte maatverdeling af.

noot

1 Dit artikel verscheen eerder in Die Grundschrift (141/2001) onder de titel Jetzt wird's schwer. Mit Stäben messen, 'kenn' ich nicht. De vertaling is van E. de Moor. De aangeduide niveaus zijn aangepast aan de Nederlandse situatie (Klasse 1 werd groep 3, enzovoort). Het genoemde nummer van het tijdschrift is geheel gewijd aan het werken met grootheden.

literatuur

- Girg, R. (1994). Die Bedeutung des Vorverständnisses der Schüler für den Unterricht. Bad Heilbrunn.
- Holt, J. (1999). Kinder lernen selbständig oder gar nicht(s). Weinheim und Basel.
- Lorenz, J.-H. (1992). Größen und Maße in der Grundschule. Grundschule, 11, 12-14.
- Peter-Koop, A. (1999). 'Das sind so ungefähr 30 000' - Schätzen und Überschlagen 'aus der Sache heraus'. Die Grundschrift, 125, 12-15.
- Wagenschein, M. (1990). Kinder auf dem Wege zur Physik. Weinheim.
- Winter, H. (1986). Zoll, Fuß und Elle – alte Körpermaße neu zu entdecken. Mathematik lehren, 12, 6-9.
- Winter, H. (2001). 'Mensch und Maß - ein kurzes Kapitel leiblicher Mathematik'. Die Grundschrift, 141, 46-49.

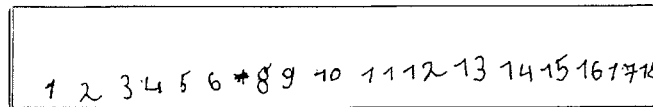
appendix

Liniaalbeelden van kinderen

De afbeeldingen verduidelijken verschillende voorstellingen van kinderen uit groep 4 over de opbouw en indeling van een liniaal.

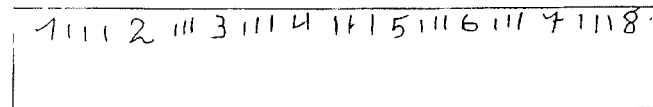
Getallen-liniaal

In dit geval met startpunt '1'

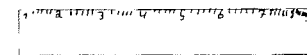


Getallen-liniaal met tussenstreepjes

In dit geval met startpunt '1' en drie tussenstreepjes (vermoedelijk steeds de drie langere cm- en mm-markeringen op de liniaal of in navolging van de computerliniaal.)

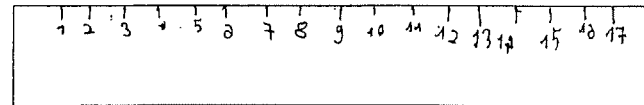


Startpunt '1' en vier tussenstreepjes (telkens de vier 1mm-strepen).

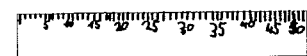


Getallen-streepjes-liniaal

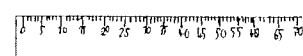
In dit geval met startpunt '1' en tellen met stappen van 1.



Startpunt '1' en tellen met 5-stappen.

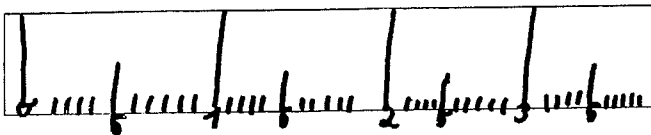


Startpunt '0' en intervallen, die in vijfen verdeeld zijn.

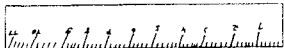


Eenheidsliniaal

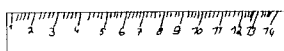
In dit geval startpunt '0' en intervallen, maar met 10 streepjes.



'Rand' als startpunt en intervallen van vijf, maar pas vanaf markering 5.



Startpunt '1' en intervallen, die in vijven verdeeld zijn.



Origineel en diepgaand meetinzicht vertoonde Niklas. Hij vergeleek zijn 'eenheidsliniaal' (die met 1 begon en een intervalverdeling van 10 had) met een echte liniaal:

Niklas: De jouwe begint met nul. Alle goede linialen beginnen met nul.

Interviewer: En hoe meet je dan 5 centimeter, als je jouw liniaal gebruikt?

Niklas: Dan moet je er altijd 1 vanaf trekken, omdat ik bij 1 begin. Dat is zo, dat heet een 'Eén-eraf-liniaal'