
Meten & Metriek

J. Menne & A. Treffers
Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

1 inleiding

In een practicum op de Panama najaarsconferentie 1995 is aan de aanwezigen gevraagd welke metrieke maten en relaties tussen maten tot de bagage van leerlingen eind groep 8 zouden moeten behoren. Het gaat hier niet om de sequentie van de aanbieding noch om de manier waarop, maar sec om een plaatje van eenheden en hun onderlinge relaties. De leerstofinhoud die in dat plaatje wordt afgebeeld, zou dan minimaal in methoden vertegenwoordigd moeten zijn.

In dit artikel wordt allereerst ingegaan op de aanleiding van de vraag welke eenheden en herleidingen van eenheden belangrijk zijn. Daarna volgt een korte impressie van metriek in het dagelijks leven. Vervolgens wordt toegelicht welke eenheden en relaties tussen eenheden een aantal verschillende leergangen behandelen.

Redenen om leerlingen kennis te laten maken met diverse maten en deze naar elkaar om te laten zetten, kunnen ook van didactische aard zijn. Deze achterliggende didactische overwegingen worden aan de hand van opgaven uit diverse leergangen toegelicht.

Hierna worden criteria gepresenteerd die ten grondslag liggen aan een beredeneerd voorstel voor eenheden en relaties tussen eenheden. Dit voorstel is tijdens het practicum voorgelegd aan de zestig deelnemers. Zij hebben een formulier ingevuld waarin ze zich algemeen en meer specifiek konden uitspreken over de vraag welke maten en welke herleidingen van maten tot het aanbod op de basisschool dienen te behoren. De laatste paragrafen geven een samenvatting van de resultaten van deze raadpleging.

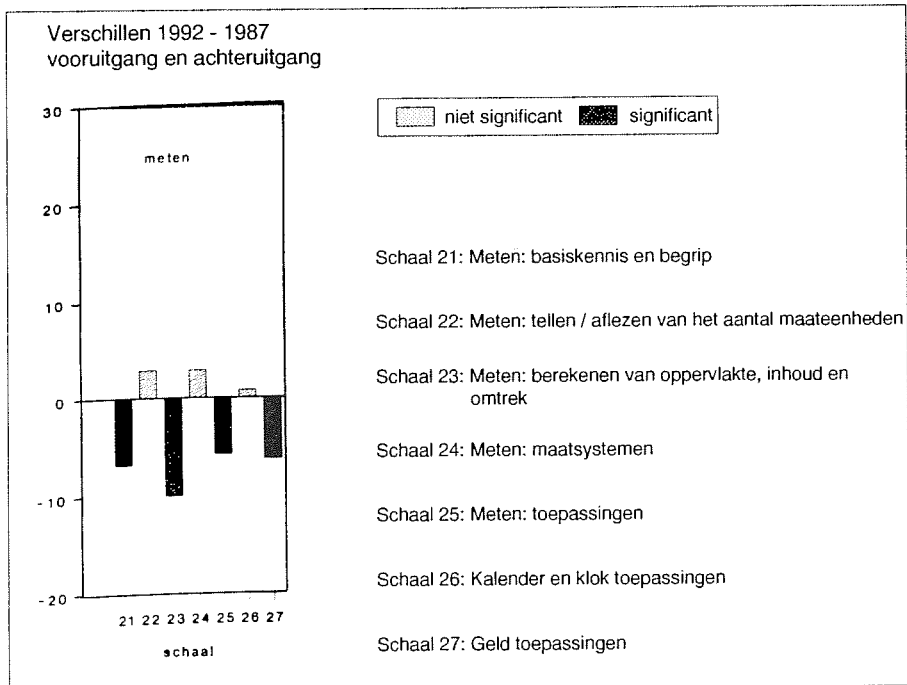
2 kerndoelen en onderzoeksresultaten

De aanleiding om ons bezig te houden met de vraag over welk 'metriek plaatje' leerlingen eind basisschool zouden moeten bezitten is tweeledig. Ten eerste blijkt voor de totstandkoming van de 'Proeve' over meten en

meetkunde een verdere explicitering van de kerndoelen op het domein meten gewenst. Tot op heden zijn deze immers nog niet voorhanden. Wel beschikken we over de officiële kerndoelen voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool. Deze zijn in 1993 vastgesteld. Voor meten zijn dat de volgende:

- 1 De leerlingen kunnen klokkijken en tijdsintervallen berekenen, ook met behulp van de kalender.
- 2 De leerlingen kunnen in alledaagse situaties met geld rekenen.
- 3 De leerlingen hebben inzicht in de relatie tussen de belangrijkste grootheden en de bijbehorende maateenheden.
- 4 De leerlingen kennen de gangbare maten van lengte, oppervlakte, inhoud, tijd, snelheid, gewicht en temperatuur en kunnen deze in eenvoudige toepassingssituaties hanteren.
- 5 De leerlingen kunnen eenvoudige tabellen en grafieken lezen en deze in eenvoudige situaties op grond van eigen metingen samenstellen.

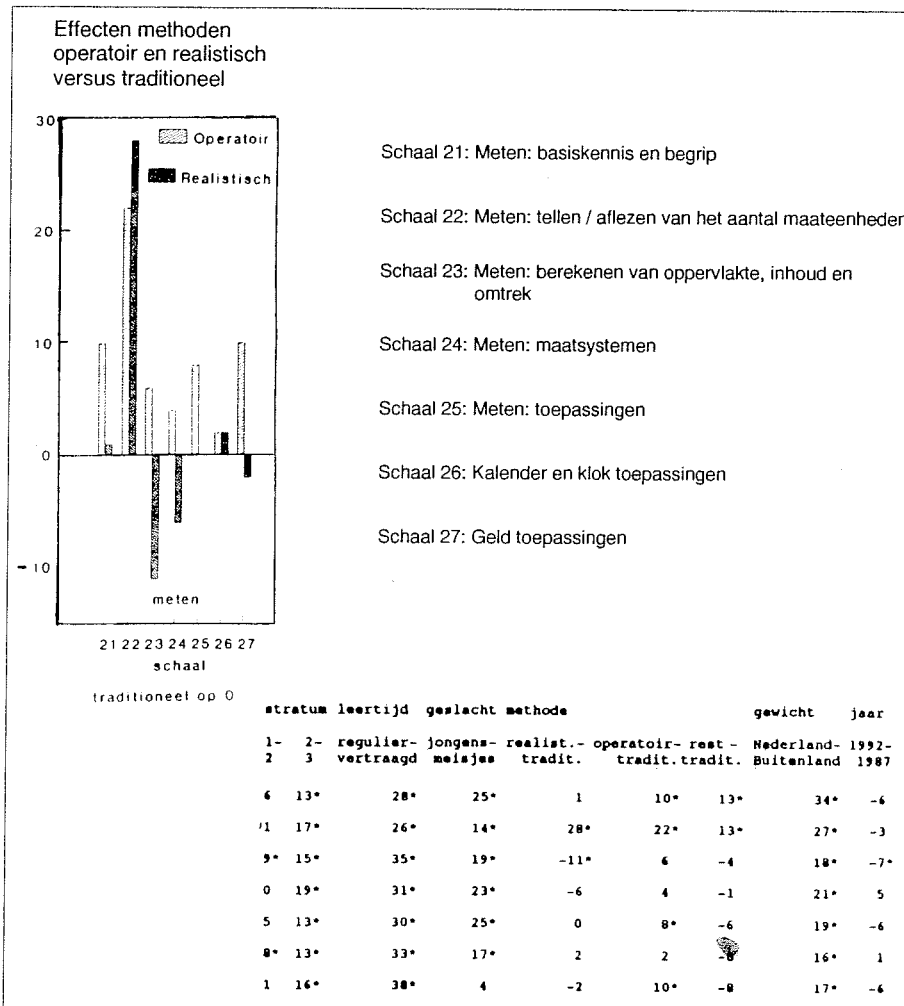
Deze kerndoelen komen in grote lijnen overeen met de concrete leerdoelen van 'Proeve I' (Treffers, de Moor & Feijs, 1989). Ook werden de kerndoelen van de Proeve gehanteerd in het PPOON-onderzoek (Periodieke Peiling Onderwijs Niveau) van het Cito.



figuur 1: verschillen 1992-'87 op het domein meten per schaal (Bokhove, 1994)

Een tweede reden om meten en metriek nader uiteen te zetten, vormen de onderzoeksresultaten over de periode 1987-'92. In 1994 toonde Bokhove reeds voor- en achteruitgang van prestaties op de verschillende reken-wiskundedomeinen. Voor het leerstofdomein meten levert dit het volgende op (fig.1).

In deze figuur zijn de verschillen voor het domein meten per schaal te zien. De kenmerken van de schalen komen overeen met de hiervoor getoonde kerndoelen. Opvallend is dat waar sprake is van vooruitgang, deze niet significant is en de achteruitgang juist wel. Schaal 21, 23, 25 en 27 vertonen significante teruggang.



figuur 2: effecten methoden 1992 (Bokhove, 1994)

Deze gegevens maken echter geen onderscheid naar methoden die op de scholen worden gehanteerd. In een onderzoek van 1992 is daarom gekeken naar effecten van verschillende methoden. Realistische methoden en 'Operatorisch rekenen' (in zekere zin ook een realistische leergang) worden vergeleken met traditionele (mechanistische) methoden. Figuur 2 geeft de uitkomsten in een grafiek en in een tabel.

De traditionele methoden zijn op nul gesteld. Fluctuaties van de andere methoden zijn daar tegen afgezet. In dit verband valt op dat nu alleen schaal 23 significante achteruitgang ten opzichte van 1987 vertoont (-7*). Gekeken naar de effecten van de onderscheiden methoden afzonderlijk valt op dat zowel 'Operatorisch rekenen' als de realistische methoden op schaal 22 betere resultaten behalen dan de traditionele methoden. Anderzijds geldt juist een teruggang van realistische methoden op schaal 23 ten opzichte van de traditionele methoden.

Samengevat kan uit deze figuren worden geconcludeerd dat voor- en achteruitgang nogal verschillen per schaal en dat dit des te meer opgaat wanneer methoden afzonderlijk worden bekeken. Het sterk fluctueren van de onderzoeksuitkomsten is de directe aanleiding geweest om een aspect van het domein meten nader te bekijken. In een schoolboekonderzoek (Menne, 1995) is daartoe gekeken in hoeverre gangbare reken-wiskundeleerboeken invulling geven aan kerndoel 3: 'De leerlingen hebben inzicht in de relatie tussen de belangrijkste grootheden en de bijbehorende maten.'

3 metriek in het dagelijks leven

Al mag het metrieke stelsel voor ons wellicht een duidelijk, inzichtelijk systeem zijn, niet voor alle Europeanen geldt dit. Onlangs verscheen in de NRC een artikel over de aankomende omschakeling van de Engelsen op het metrieke systeem. Hieronder volgt daarvan een ingekorte versie (fig.3). Uit dit laatste vraagje blijkt dat voor de bruikbaarheid van standaardmaten referentiepunten onontbeerlijk zijn. Wanneer de woordvoerder bijvoorbeeld had geweten dat een deur ongeveer twee meter hoog is, dan had ze zichzelf vast en zeker kleiner geschat. In dit licht is het interessant te kijken welke voorstellingen leerlingen hebben bij bepaalde maten. Analoog aan het concept van het t.v.-programma 'Dinges' van de NCRV hebben leerlingen uit begin groep 7 omschrijvingen gegeven van een kilometer en een liter.¹ Overeenkomstig het spelprogramma is het de bedoeling dat ze de gegeven maten zelf niet noemen. Een kilometer verwoorden ze door te stellen dat je erop kunt lopen, fietsen, zwemmen. Het is ver, lang. Er zitten wijzertjes en streepjes op. Een tweetal kinderen legt ook de relatie met andere maten: 'Het is 100 meter' en '25 decimeter'. Bij een liter zijn de refe-

rentiematen haast onuitputtelijk: 'Je hebt er melk van.' 'Je hebt er yoghurt van.' 'Het zit in de cola.' 'Je hebt ze in emmers en ook in koffiepoten.' Dit wordt door andere leerlingen nog aangevuld met: 'Het is een soort kilo' en 'Het is een soort gewicht.'

Bier in liters, maar een 'pint' in de pub

Door onze correspondent Dick Wittenberg

Richmond, 23 SEPT. Bedrijven bereiden zich al maanden lang voor, maar de meeste consumenten weten nog van niks. Op 1 oktober is het 'M-day': Groot-Brittannië stapt over op het metrieke systeem. Middenstanders moeten voortaan rekenen in kilo's, liters en meters in plaats van pound, pints en yards. Zij voorspellen dat de omschakeling tot massale verwarring onder het winkelend publiek zal leiden, vooral voor dertigplussers die op school nooit vertrouwd met het metrieke stelsel zijn gemaakt.

De regering onthoudt zich van grootscheepse voorlichtingacties. Geen 'Postbus 51-spotjes', geen aanplakborden, geen brochures. 'Niet nodig', zegt een woordvoerder van het ministerie van handel en industrie vastbesloten. 'Het proces van aanpassing aan het metrieke stelsel is al achttien jaar bezig. Veranderingen in het verleden hebben nooit tot problemen geleid.' Ze vermoedt dat het grote publiek de omschakeling niet eens zal merken. 'De meeste mensen grissen de produkten toch blind van de plank.'

Nog een vraagje. Of ze haar gewicht en lengte in Europese maten weet. 'Zestig kilo'. 'Drieënhalve meter misschien?'

figuur 3: NRC 23.9.1995

Uit beide voorbeelden blijkt de belangrijkheid van referentiepunten en -maten om een voorstelling van de standaardheden te kunnen maken. Pas als leerlingen hierover beschikken zullen de maten in toepassingssituaties kunnen worden gebruikt.

4 maten en relaties in reken-wiskundemethoden

Figuur 4 geeft een overzicht van alle standaardmaten uit het metrieke stelsel. In het onderzoek 'Metriek in reken-wiskundemethoden' (Menne, 1995)

zijn de meest gebruikte reken-wiskundemethoden geanalyseerd op aangeboden standaardmaten en soort herleidingen. Dit leverde per methode een zogenaamde metrieke kaart op. Maten en relaties tussen deze maten werden pas in de kaart opgenomen wanneer deze voorkomen in de leerlingboeken.

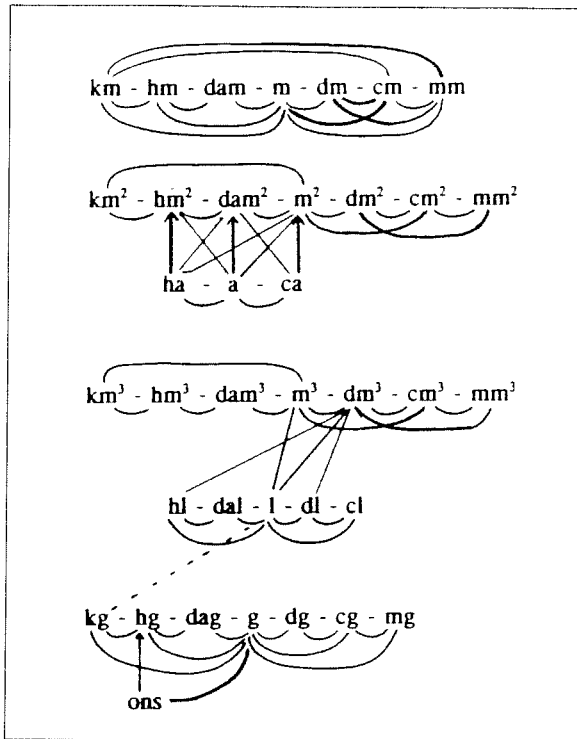
Ter illustratie volgen opbrengsten van analyses van een drietal leergangen. De representatie van het totale aanbod per methode komt overeen met de ordening van maten in de klassieke metrieke kaart van figuur 4.

km - hm - dam - m - dm - cm - mm
km² - hm² - dam² - m² - dm² - cm² - mm²
ha - a - ca
km³ - hm³ - dam³ - m³ - dm³ - cm³ - mm³
cc
kl - hl - dal - l- dl - cl - ml
kg - hg - dag - g - dg - cg - mg
ons

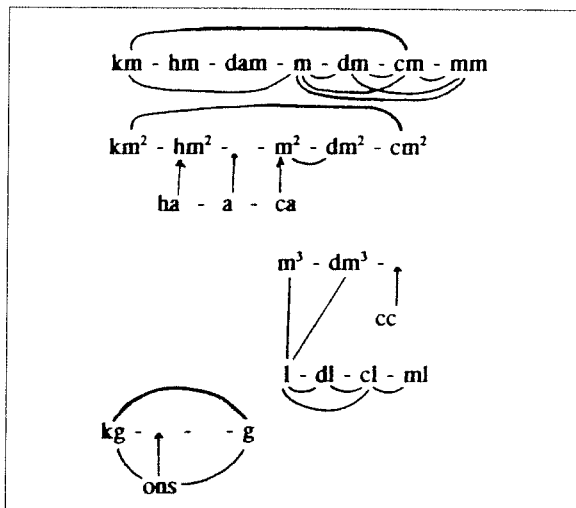
figuur 4: klassieke kaart van metrieke maten

Wanneer bijvoorbeeld *kl* niet voorkomt, is deze plaats in de kaart weggelaten. Dit vergemakkelijkt het vergelijken van het aanbod per methode. De metrieke kaart van de mechanistische en traditionele methode 'Naar Zelfstandig Rekenen' ziet er als volgt uit (fig.5).

De boogjes en lijnen geven aan welke herleidingen leerlingen moeten kunnen maken. De pijltjes geven bovendien de overeenkomstige plaats in het metrieke stelsel aan. De eenheid *cc* staat niet genoemd, omdat deze in de betreffende leergang niet aan de orde wordt gesteld. De stippellijn tussen liter en kilogram geeft aan dat leerlingen dienen te weten dat er een relatie bestaat tussen de ruimte die een stof in beslag neemt (lineaire inhoudsmaat) en het gewicht. Opvallend bij deze leergang is de hoeveelheid aan maten en omzettingen.

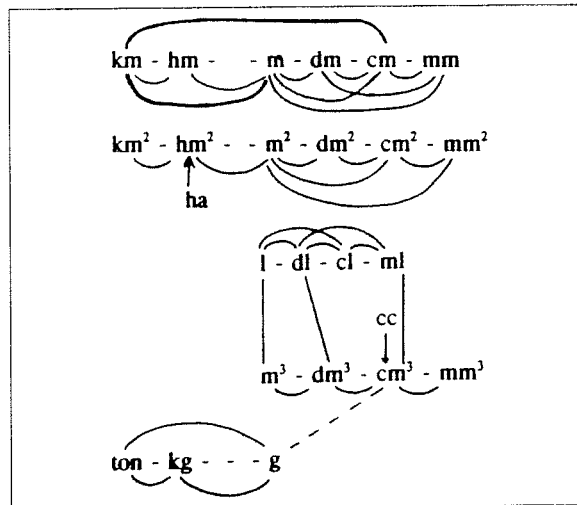


figuur 5: overzicht van eenheden en relaties bij de methode 'Naar Zelfstandig Rekenen'



figuur 6: overzicht van eenheden en relaties bij de methode 'Operator rekenen' (voorlaatste versie t/m groep 7)

In vergelijking met het vorige overzicht valt bij 'Operator rekenen' direct op dat een groot aantal eenheden is weggelaten (fig.6). Grote kubieke maten als km^3 , hm^3 , dam^3 ontbreken en de wirwar aan boogjes en lijnen is ook beduidend minder. Herleidingen tussen kubieke maten komen in opgaven overigens helemaal niet voor. Wanneer leerlingen echter over bovenstaand netwerk beschikken, zouden ze de stap van dm^3 naar m^3 via liter toch ook moeten kunnen maken. Het aanbod van 'De wereld in getallen' houdt grofweg het midden tussen de vorige twee methoden (fig.7). Geen enkel metriek rijtje is echter volledig. De deca-maat wordt namelijk overal weggelaten. 'Operator rekenen' biedt wel een volledig 'trappetje', hoewel hecto- en decamaten niet hoeven te worden herleid in opgaven.



figuur 7: overzicht van eenheden en relaties bij de methode 'De wereld in getallen'

Ten aanzien van de metrieke plaatjes kan worden geconcludeerd dat alle methoden verschillen in de aanbieding. Dit verklaart voor een deel het grillige beeld van figuur 2. Hoogstwaarschijnlijk komt de discrepantie voort uit verscheidene overwegingen, die ten grondslag liggen aan de keuze voor bepaalde maten en relaties tussen maten. Deze argumenten kunnen bij de besluitvorming een van elkaar afwijkend gewicht in de schaal leggen.

5 didactische overwegingen

Tot nu toe is niet over de realistische didactische component gesproken bij de keuze voor de totstandbrenging van het metriek aanbod. Uit didactisch

oogpunt kan echter gedeeltelijk worden verklaard waarom de ene methodeontwikkelaar wel hectare behandelt en de andere deze juist achterwege laat. Didactische opvattingen spelen een rol in de aanbieding van eenheden en hun relaties. In realistisch reken-wiskundeonderwijs zijn dergelijke opvattingen onder andere vertegenwoordigd in opgaven.

Globaal kunnen de volgende vier aspecten worden onderscheiden:

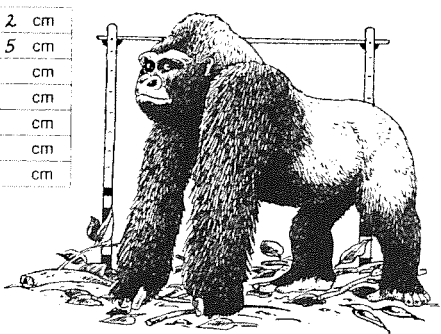
- 1 Inzichtelijk relaties/begripsvorming.
- 2 Voorstelbaarheid/realiteit/referentiepunten.
- 3 Toepassingssituaties/buikbaarheid/contextproblemen.
- 4 Interne structuur/vaksystematiek.

Aan de hand van vier voorbeeldopgaven worden deze aspecten toegelicht. Onderstaande opgave (fig.8) verduidelijkt aspect 1: inzichtelijk relaties/begripsvorming. Leerlingen geven hoogterecords aan in meter, decimeter en centimeter. Het opsplitsen van een aantal meters in meter, decimeter en centimeter geeft leerlingen inzicht in de verhouding van deze maten tot elkaar. Ze zien dat een meter bestaat uit een aantal meters, decimeters en centimeters, maar worden eveneens geattendeerd op het omgekeerde: alles tezamen kan worden weergegeven in zoveel meter.

● Maak de tabel af.

Hoogterecords.

mens	2,42 m	2 m	4 dm	2 cm
leeuw	3,75 m	3 m	7 dm	5 cm
paard	2,47 m	m	dm	cm
haas	2,10 m	m	dm	cm
steenbok	3,72 m	m	dm	cm
kat	1,85 m	m	dm	cm
poema	6,95 m	m	dm	cm




figuur 8: 'Pluspunt', opdrachtenboek groep 7, pagina 3

Referentiepunten helpen om een voorstelling van een nieuwe maat te kunnen maken: een hectare beslaat ongeveer een voetbalveld, een liter zit in een pak melk, een millimeter is het witte randje van je nagel. Maar vice versa kan het ook. In de opgave 'Kies de goede maat' zoeken leerlingen een

logische maat bij iets dat ze goed kennen (fig.9). Deze opgave illustreert aspect 2: voorstelbaarheid/realiteit/referentiepunten.

1 Kies de goede maat.

- a De tafel is 0,8 . . . hoog (dm, m², m)
- b Een wandelaar loopt 4500 . . . per uur (m, km, ha).
- c Een blad papier is 0,06 . . . dik (m, dm², mm).
- d Een fles limonade weegt ongeveer 1300 . . . (dl, gram, kg).
- e Een brood weegt ongeveer 0,8 . . . (kg, gram, dl).
- f De oppervlakte van een voetbalveld is ongeveer 10 000 . . . (ha, m², m).
- g Deze dame weegt 68 000 . . . (gram, dm³, kg).
- h Sommige roofdieren lopen wel 600 . . . per uur (km, m², hm).
- i Ons moestuintje is 2500 . . . groot (m², dm², ha).
- j In de benzinetank van een auto gaat 3500 . . . benzine (l, dm³, cl).



figuur 9: 'De wereld in getallen', groep 7, deel b, taak 60

Hierbij dient echter een kanttekening te worden gemaakt wat betreft de realiteit. Soms moet een maat worden ingevuld die niet gangbaar is om het gestelde in uit te drukken. Zo is het onlogisch gewicht in gram weer te geven (zie vraag g). Dit voorbeeld laat zien dat opgaven niet enkel en alleen één bepaald didactisch aspect tot uitdrukking brengen.

Het aanbod van maten en van relaties tussen die maten wordt ook door de mate van bruikbaarheid, toepasbaarheid en voorkomen in contextproblemen bepaald (aspect 3). Zo zou de aanleiding om de relatie km^2 - m^2 te leggen het volgende contextprobleem kunnen zijn (fig. 10).

ciële tabellen opgenomen. Toch is het wel eens aardig naar de gelijksoortige formules te kijken. Het kost nogal wat rekenwerk, laten we ons dus beperken tot Nederland. Dat heeft zo'n 14 miljoen inwoners, tegen de VS ruim drie miljard, twee honderd keer zoveel. De oppervlakte van Nederland is pakweg 40.000 vierkante meter, tegen de VS 33.000 vierkante kilometer, bijna duizend keer zoveel. Dit tegen elkaar afgewogen is de bevolkingcoëfficiënt van Nederland een vijfde van die der VS.

(de Volkskrant)



?!
Nederlandse oppervlakte van 40.000m².
Zou dat wel kloppen?

figuur 10: 'Rekenen & Wiskunde', groep 8, opdrachtenboek 6A, pagina 80

Volgens het artikel is de oppervlakte van de Verenigde Staten duizend keer zo groot als die van Nederland. Past een m^2 maar duizend keer in een km^2 ? Is hier iets over het hoofd gezien? Wat? In de opgave wordt overigens gevraagd de oppervlakte van Nederland te verifiëren. Met behulp van hun voortstellingsvermogen motiveren leerlingen waarom het wel of niet kan. Van de realistische methoden brengt 'Rekenwerk' aspect 4 (interne structuur/vaksystematiek) het meest uitgebreid naar voren (fig. 11). Niet alleen in de handleiding wordt de volledige structuur uit de doeken gedaan, maar ook in de opgaven oefenen leerlingen het verkrijgen van een zo compleet mogelijk inzicht in de ordening van metrieke maten en relaties.

Liters en grammen

1 Alle maten op een rij.

Deze ken je al.	Welke maten horen in deze rijen?	
1 km = 1000 m	1 = 1000 l	1 = 1000 g
1 hm = 100 m	1 = 100 l	1 = 100 g
1 dam = 10 m	1 = 10 l	1 = 10 g
1 m = 1 m	1 = 1 l	1 = 1 g
1 dm = $\frac{1}{10}$ m	1 = $\frac{1}{10}$ l	1 = $\frac{1}{10}$ g
1 cm = $\frac{1}{100}$ m	1 = $\frac{1}{100}$ l	1 = $\frac{1}{100}$ g
1 mm = $\frac{1}{1000}$ m	1 = $\frac{1}{1000}$ l	1 = $\frac{1}{1000}$ g

figuur 11: 'Rekenwerk' groep 7, werkboek 7a, pagina 17

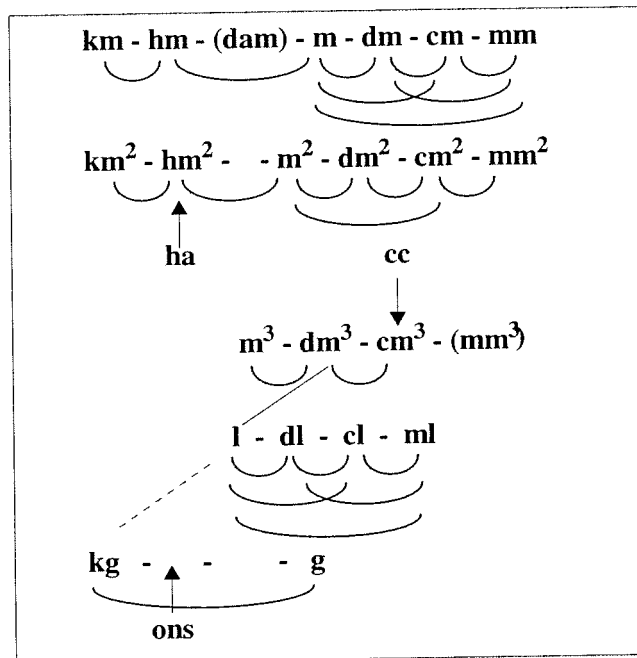
6 eindniveau

Uit de analyses van de reken-wiskundeleergangen mag verondersteld worden dat bepaalde criteria het aanbod bepalen. De volgende drie criteria kunnen worden gehanteerd (Menne, 1995):

- 1 Volledigheid van de interne vakstructuur.
- 2 Praktische bruikbaarheid.
- 3 Complexiteit van de relaties.

De keuze voor het te bereiken eindniveau is hiervan afhankelijk. De criteria sluiten elkaar overigens eerder uit dan dat ze een aanvulling op elkaar vormen. Zo heeft de decameter weinig praktische waarde (criterium 2), maar komt de behandeling van deze maateenheid het inzicht in de consis-

tente interne structuur wel ten goede (criterium 1). Het omzetten van de decameter in andere maten is daarentegen weer minder gewenst. Het verhoogt de complexiteit aan herleidingen (criterium 3). Zoveel mogelijk rekening houdend met deze criteria is tot het volgende beredeneerd voorstel gekomen aangaande het eindniveau van kennis omtrent eenheden en relaties tussen eenheden (fig.12).



figuur 12: beredeneerd voorstel aanbieding metrieke maten en relaties in het basisonderwijs

De boogjes geven aan welke kwantitatieve relaties leerlingen tussen eenheden leggen. De pijltjes wijzen de overeenkomstige plaats aan die de leerlingen moeten weten. Eenheden tussen haakjes worden wel genoemd ten behoeve van de interne structuur, maar herleidingsopgaven met deze eenheden dienen niet te worden gemaakt.

De maat 'ons' wordt wel genoemd, omdat deze weinig aan praktische waarde heeft verloren (slager, markt). Herleidingen met deze eenheid zijn niet wenselijk aangezien het geen officiële maat betreft.

De lijn tussen liter en kubieke decimeter geeft aan dat leerlingen op de hoogte dienen te zijn van deze gelijkheid. Opgaven over relaties van eenheden tussen verschillende grootheden zijn echter van een dergelijk 'problem solving'-niveau dat ze niet thuis horen op een basisschool.

De stippellijn tussen liter en kilogram duidt op een relatie tussen deze eenheden. Leerlingen dienen alleen te weten dat één liter (zuiver) water één kilogram weegt en dat deze relatie per stof verschilt (soortelijk gewicht). Als geheugensteun voor de relatie met de meter en ten behoeve van inzicht in de interne structuur kan de notatie 'hm' worden vertaald in *honderdmeter*. De 'dam' kan dan om dezelfde redenen worden vervangen door 'tm' voor *tienmeter*.

7 algemene opmerkingen van de deskundigen

Allereerst volgt nu een samenvatting van vaker genoemde opmerkingen. Waar illustratief, zijn commentaren toegevoegd.

Over het algemeen genomen zijn de respondenten het in hoofdlijnen met het voorstel eens. Van de zestig deskundigen spreken 24 zich expliciet positief uit. Vrijwel iedereen heeft echter wel een of meer wijzigingen en aanvullingen genoteerd.

Vier deskundigen spreken zich uit over de volgorde van belangrijkheid van de criteria. Op de eerste plaats zou de praktische bruikbaarheid moeten staan:

'Praktische bruikbaarheid steeds als uitgangspunt nemen, waarbij die praktijksituaties telkens getoetst of afgezet worden tegen een *kaart van metrieke maten*.'

'De volledigheid van de interne structuur mag niet primeren.'

Drie deskundigen vinden zelfs dat het criterium van de volledigheid van de interne structuur niet thuis hoort op de basisschool:

'Eind basisschool zouden de kerndoelen betrekking moeten hebben op praktische bruikbaarheid. De interne structuur kan in het VBO in samenhang met praktijkvakken aan bod komen.'

Tien respondenten zijn een tegengestelde mening toegedaan:

'Voor groep 8 zou ik het hele systeem in ieder geval willen aanbieden bij wijze van reflectie, beschouwing en verwondering.'

Twee daarvan maken onderscheid in criteria voor maten enerzijds en voor relaties tussen maten anderzijds. Ten bate van de interne structuur zijn zij voorstander van het aanbieden van het hele metrieke systeem van maten, maar voor het omzetten van eenheden kiezen ze voor de praktische bruikbaarheid als bepalende factor.

De didactische relevantie speelt ook een rol in de keuze van eenheden en herleidingen. Dit moet naast eerdergenoemde didactische overwegingen ook tot uitdrukking komen in de relatie met kommagetallen:

'Vlot kunnen herleiden van lengtematen van belang voor greep krijgen op kommagetallen.'

'Met kommagetallen maximaal drie cijfers achter de komma.'

Ook wijzen zes respondenten op de betekenis van de voorvoegsels kilo, hecto, deca, deci, centi en milli. Hier moet ten gunste van de interne structuur aandacht aan worden geschonken.

De nieuwe vertaling van *hm* in *honderd meter* en verandering van *dam* in *tm* voor *tienmeter* ondervindt op papier alleen positieve reacties.

Een drietal deskundigen meldt dat over de hele linie meer maten en relaties tussen maten moeten worden geschrapt. Leerlingen zouden eenheden niet moeten kunnen omzetten, maar kunnen volstaan met het voorstellen.

De systematiek kan als differentiatie worden behandeld.

Ten slotte nog een overweging. Hoewel het de vraag is of in methoden ook een 'metrieke kaart' moet worden gegeven, heeft één respondent hier het volgende idee over:

'De maten tussen haakjes kunnen vager worden afgedrukt, terwijl de veel voorkomende maten scherp zwart worden afgedrukt. Zo kan de kaart dienst doen als checklist.'

8 specifieke beoordelingen van de deskundigen

In de volgende paragraaf is per grootheid aangegeven welke maten en herleidingen al of niet gewenst worden geacht. Wanneer minder dan 20 procent dezelfde mening is toegedaan hebben wij dit achterwege gelaten.

De overgrote meerderheid is het eens met het aanbieden van de eenheden van de lengtematen zoals aangegeven. Wat betreft het kunnen omzetten van lengtematen wijzen 31 respondenten op de relatie tussen *km-m*, die abusievelijk ontbreekt. Het verdient derhalve aanbeveling om deze herleiding in de kaart op te nemen. Vervolgens achten zeventien aanwezigen het omzetten van decimeter in millimeter (en vice versa) niet vereist voor het te behalen eindniveau.

Bij de toevoegingen van de vierkante maten vallen are en centiare het meest op. Respectievelijk achttien en negentien keer worden deze eenheden als zeer relevant aangemerkt. Dit geldt in veel mindere mate voor het omzetten van deze maten. Het plaatje voor de 'overige' standmaten voor oppervlakte kan gehandhaafd blijven.

Alle respondenten vinden dat leerlingen m^3 en cm^3 moeten kennen. Een grote meerderheid denkt hetzelfde over dm^3 en mm^3 . Opmerkelijk is echter dat twintig mensen zich expliciet uitspreken over mm^3 . De ene helft pleit voor het schrappen van deze maat, terwijl de andere helft de weergave tus-

sen haakjes te zacht vindt uitgedrukt. Grote kubieke lengtematen als de km^3 , hm^3 en dam^3 worden overeenkomstig het voorstel nauwelijks genoemd.

Zoals vermeld, wordt bij de lineaire lengtematen de relatie $dm-mm$ door bijna eenderde van de respondenten weggehaald. Iets soortgelijks zou je dan mogen verwachten voor de relatie $dl-ml$. Inderdaad, zestien keer wordt deze relatie uit het overzicht gestreept. Net als bij kubieke inhoudsmaten worden grote lineaire inhoudsmaten als kl , hl en dal weinig genoemd. In overeenkomst met het voorstel blijken de maten l , dl , cl en ml wel van belang, en voor een ruime meerderheid geldt dit ook voor de relaties tussen deze maten.

Bij de gewichten bestaat veel animo voor oude maten. 'Ons' mag volgens 23 deskundigen best zonder haakjes. 'Pond' wordt dertien keer genoemd. Invoering van hele grote en kleine maten als ton en mg leveren respectievelijk twaalf en zestien stemmen op. Commentaar hierbij luidt:

'Milligram heeft grote praktische waarde. Aan dat criterium hecht ik grote waarde.'

'Mg komt voor bij bijvoorbeeld recepten en pakken melk. Dus het mag een plek hebben bij de realistische wiskunde.'

De maten kg en g in het beredeneerde voorstel worden door allen geaccepteerd. En ook de relatie $kg-g$ krijgt bijval.

Relaties tussen eenheden van verschillende grootheden zijn niet gewenst om mee te laten rekenen. Verder is iedereen het erover eens leerlingen bewust te maken van de gelijkschakeling tussen liter en dm^3 . Een opmerking hierover:

'Aardig om lineaire en kubieke inhoudsmaten via één draaipunt te verbinden.'

Ook op de stippellijnverbinding tussen liter en kilogram wordt niet afwijzend gereageerd.

9 conclusie

Zoals eerder aangeduid, moet bij de lengtematen de relatie $km-m$ in het schema worden toegevoegd. De overige wijzigingen die worden voorgesteld, vinden steeds bij een minderheid steun. Uiteraard is discussie mogelijk over het voorgestelde schrappen van relaties tussen $dm-mm$ en $dl-ml$, en het toevoegen van are en centiare bij vierkante maten, en ton en mg bij gewichten. Ook blijken oude maten als ons en pond nog fervente voorstanders te hebben.

Het voorgaande houdt in dat het beredeneerde voorstel enigzins dient te worden aangepast. Het kan dan worden beschouwd als een uitwerking van kerndoel 3 en als richtlijn fungeren voor invulling van reken-wiskundemethoden op dit gebied.

De opbrengsten van deze analyse zullen ook van invloed zijn op de Proeve-publikaties kommagetallen en meten. Hierin zal de metriek nader didactisch worden uitgewerkt.

noot

1 Met dank aan leerlingen uit groep 7 van basisschool 'de Pijlstaart' te Utrecht.

literatuur

- Bokhove, J. (1994). *Verschillen 1992-1987 & Effecten methoden*. Panama najaarsconferentie 1994 (niet gepubliceerd manuscript).
- Menne, J. (1995). *Metriek in reken-wiskundemethoden. Een schoolboekonderzoek ten behoeve van een voorstel tot homogenisering*. Universiteit Utrecht: Faculteit Sociale Wetenschappen.
- Treffers, A., E. de Moor & E. Feijs (1989). *Proeve van een nationaal programma voor het reken-wiskundeonderwijs: Deel 1. Overzicht einddoelen*. Tilburg: Zwijsen.
- Wijnstra, J.M. (1988). *Balans van het rekenonderwijs in de basisschool*. Arnhem: Instituut voor toetsontwikkeling.