

Van verhoudingstabel naar vergelijking

Verhoudingstabellen worden al jaren gebruikt bij het rekenwerk in de scheikunde op het vo. In dit artikel wordt onderzocht wat de sterke en de zwakke kanten van verhoudingstabellen zijn, en wordt de aanbeveling gedaan om over te stappen op groothedenvergelijkingen.

Volgens Van der Valk, Wijers en Broekman (2000) is een verhoudingstabel een goede manier om rekenen met grootheden te *introduce*ren die in een vaste verhouding staan. Hierbij noemen zij de methode “reductie tot 1” als “kortste manier waarbij inzichtelijk werken voor ieder mogelijk blijft”. Een voorbeeld van het rekenen met grootheden in een vaste verhouding is het volgende probleem: *Een volume van 5,24 cm³ zilver heeft een massa van 55,0 g. Bereken de massa van een blokje zilver van 15,0 cm³.* Zet de getallen in een verhoudingstabel (zie figuur 1), stel het volume op 1,00 gram en reken dan het gevraagde uit. De blauwe pijlen geven aan welke verandering er van de ene naar de andere kolom plaatsvindt, voor de bovenste én de onderste cellen. Hierin is de ‘reductie tot 1’ goed te zien.

massa (g)	55,0	10,5	157,4
volume (cm ³)	5,24	1,00	15,0

+ 5,24 x 15
 de massa is gelijk aan 157,4 g

Figuur 1

Van der Valk et al. (2000) noemen de volgende voordelen van verhoudingstabellen: “Leerlingen kunnen zelf strategieën be-

denken in eenvoudige (reken)situaties; ze wisselen hun strategieën uit, waarbij wordt toegewerkt naar de kortste methode.”

“In moeilijke gevallen, zoals het rekenen met verhoudingsgrootheden in de natuurwetenschappen, kunnen de leerlingen erop terugrijpen, waardoor het rekenprobleem opgelost wordt, hetgeen kan bijdragen aan het begrijpen van de betreffende verhoudingsgroetheid.”

“Het is met het oog op het gebruik van de verhoudingstabellen in de natuurwetenschappen van belang dat *de verhoudingsfactor en de mogelijke groetheid die de factor voorstelt (bijvoorbeeld snelheid of dichtheid) meer aandacht krijgt.*” (cursivering PH)

“Een aangepaste verhoudingstabel, waarin de verhoudingsgroetheid nadrukkelijker betrokken wordt, kan daarvoor mogelijk een oplossing bieden.”

Van der Valk en Wijers (2001) noemen de volgende aandachtspunten bij gebruik van verhoudingstabellen:

“...‘boven en onder’ in de verhoudingstabel corresponderen met boven en onder de deelstreep in de bijbehorende formule.”

“... omdat we verwachten dat leerlingen zo een beter inzicht in de relatie tussen verhoudingstabel en formule krijgen en makkelijker *overstappen van de verhoudingstabel naar het rekenen met de formule als meest efficiënte werkwijze.*” (cursivering PH)

“Het zou kunnen helpen als we de verhoudingsgroetheid met de bijbehorende waarde in de tabel zichtbaar maken.”

Van der Valk en Wijers (2001) zijn zeer duidelijk in hun afwijzing van de ‘kruisregel’: “Deze snelle en weinig inzichtelijke methode wordt door veel leerlingen als een truc ervaren”. Bij deze conclusie sluit ik me graag aan. Van der Valk en Wijers (2001) doen ook een poging om de verhoudingsgroetheid in beeld te brengen. Centraal hierin is dat “boven en onder” in de verhoudingstabel corresponderen met “boven en onder de breukstreep in de formule”. Zie het voorbeeld in figuur 2. De vraag die wordt gesteld: *“Een marathonloper passeert de 9 km lijn na precies een half uur. Waar is hij na 75 minuten?”*

tijd (min)	60	1	75
tijd (h)	1	1/60	75/60

+ 60 x 75
 De tijd is 75/60 = 1,25 h

gem. snelheid (km/h):	afstand (km)	9	18	22,5
tijd (uur)		0,5	1	1 1/4

x 2 x 1 1/4
 : 18 : 18
 interpretatie: na 75 min. is hij op 22,5 km

Figuur 2

De omrekening van 75 minuten naar 1,25 uur gebeurt in een aparte verhoudingstabel (zie figuur 2). De gevraagde snelheid wordt uit de verhoudingstabel eronder afgeleid. Dat zijn twee verhoudingstabellen voor dit eenvoudige probleem. Wat een omslachtige en onoverzichtelijke aanpak! In dit voorbeeld wordt de overstap naar de 'verhoudingsgrootheid' *snelheid* niet echt gemaakt, noch wordt ook maar enige aandacht besteed aan het 'werken met formules'.

Van verhoudingstabellen naar groothedenvergelijkingen

Verhoudingstabellen zijn in het basisonderwijs en de onderbouw een prima middel om leerlingen te leren omgaan met verhoudingsrekenen, maar ook beperkt. Wat ga je doen als de rekenproblemen complexer worden, met meerdere rekenstappen zoals bij veel eindexamenopgaven? Ga je al die denkstappen met afzonderlijke verhoudingstabellen aanpakken? Dat is geen doen. Laat je het aan leerlingen over om bij een verhoudingstabel met een 'eigen rekenmethodiek' te komen? En wil je ook een uitwerking die voor een ander te begrijpen is?

Er komt een moment in de opleiding van een scholier om de stap te zetten naar groothedenvergelijkingen en verhoudingstabellen achter zich te laten. (Net als een klein kind, dat van pappa naar mamma wil lopen. Aanvankelijk hobbelt het van opa's knie, via het theetafeltje en met een hand aan de muur. Maar er komt een tijd dat datzelfde kind het beginnersstadium achter zit laat en recht oversteekt!). Van der Valk et al. (2000) en Van der Valk en Wijers (2001) *suggereren* die stap naar 'formules' wel, maar maken niet duidelijk *hoe* en *wanneer* dat moet gebeuren.

Er zijn goede redenen voor de overstap van verhoudingstabellen naar groothedenvergelijkingen:

- Groothedenvergelijkingen maken het mogelijk om ook complexe berekeningen efficiënt en overzichtelijk te noteren. Dat is bij verhoudingstabellen niet zo.
- Er zijn internationaal aanvaarde afspraken (Cohen, et al., 2008) over de notatie van grootheden en eenheden in wetenschap en techniek. Die zijn voor iedereen hetzelfde.

Verhoudingstabellen zijn voor anderen moeilijker te volgen, zeker wanneer de leerling een 'omweg' maakt in de verhoudingstabel.

- Ze zijn niet 'moeilijk', dat heb ik wel geleerd in twintig jaar docentschap op het mbo Chemische Laboratoriumtechniek, waar veel gerekend werd.

Groothedenvergelijkingen maken complexe berekeningen **efficiënt** en overzichtelijk

Laten we daarom in een vroeg stadium van het scheikundeonderwijs groothedenvergelijkingen introduceren als het volgende (en laatste!) stadium bij het rekenen binnen de natuurwetenschappen.

Laat leerlingen een keer zien dat een verticale verhouding in een tabel de waarde van een verhoudingsgrootheid is (zoals dichtheid, concentratie of fractie).

Geef ze de bijbehorende groothedenvergelijking (die geeft de relatie tussen grootheden weer). Noteer ze met de juiste grootheden en eenheden (Heldens, z.d.; Cohen et al., 2008) Laat leerlingen zien hoe daarmee een rekenprobleem elegant en efficiënt opgelost kan worden. Gebruik daarna consequent groothedenvergelijkingen bij alle rekenopgaven in de scheikunde.

Voor de berekening in figuur 2 wordt dat: De relatie tussen afstand (s), tijd (t) en snel-

$$v = \frac{s}{t}$$

heid (v) is de groothedenvergelijking: Bereken eerst de (gemiddelde) snelheid, dan

de gevraagde afstand:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{9,000 \text{ km}}{0,5000 \text{ h}} = 18,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

De (gemiddelde) snelheid is:

$$t = \frac{75,0 \text{ min}}{60,0 \text{ min/h}} = 1,25 \text{ h}$$

De tijd omrekenen in uur:

Bereken de snelheid met: $s = v \times t$: $s = 18,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \times 1,25 \text{ h} = 22,5 \text{ km}$

Het kan ook zonder de gemiddelde snelheid te berekenen. Die is immers niet gevraagd: $s = v \times t$, en de waarde van v volgt uit de

$$s = \frac{9,0 \text{ km}}{30 \text{ min}} \times 75 \text{ min} = 22,5 \text{ km}$$

gegevens:

Meer voorbeelden staan elders voldoende beschreven (Heldens & Mollen, 2014; Heldens, z.d.) ●

LITERATUUR

- Cohen, E.R., Cvitas, T., Frey, J.G., Holmström, B., Kuchitsu, K., Marquardt, R., Mills, I., Pavese, F., Quack, M., Stohner, J., Strauss, H.L., Takami, M., en Thor, A.J. (2008). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, IUPAC Green Book, 3rd Edition, 2nd Printing, blz. 3-9, 22, 23, 47, 48, 97, 98. Cambridge: IUPAC & RSC Publishing. (<http://media.iupac.org/publications/books/gbook/IUPAC-GB3-2ndPrinting-Online-22apr2011.pdf>).
- Heldens, P. (z.d). *Chemisch rekenen voor het vo*: <http://ph-chemischrekenen.nl/index.html>
- Heldens, P. en Mollen, G. (2014). Scheikundig rekenen met groothedenvergelijkingen, *NVOX* (39)6, 278 - 280.
- Van der Valk, T., Wijers, M. en Broekman, H. (2000). Achtergronden van verhoudingstabellen in wiskunde en natuurwetenschappen, *NVOX* (26)10, 518 - 521.
- Van der Valk, T. en Wijers, M. (2001). Verhoudingstabellen ja of nee? *NVOX* (27)7, 368 - 372.