

In het beroepsonderwijs worden voor de diverse richtingen (deel)kwalificaties vastgelegd en eindtermen geformuleerd. **Hans ter Heege** keek naar de vereiste wiskundige kennis van een middenkaderfunctionaris Grond-, Water- en Wegenbouw (GWW). Vergelijking met het algemeen vormend onderwijs levert opvallende verschillen op.

Wiskunde voor de middenkaderfunctionaris GWW

Inleiding

Welke eisen mogen er worden gesteld aan leerlingen die een technische opleiding volgen? De Wet Educatie en Beroepsonderwijs, kortweg WEB, die op 1 januari 1996 is ingegaan, vraagt om formulering en invulling van die eisen. Deze eisen worden uiteraard gekoppeld aan het niveau waarop de leerling die een opleiding met succes heeft afgerond zijn taken in het beroep waarvoor hij is opgeleid, zal uitvoeren. Dit wordt in de WEB de 'kwalificatiestructuur' genoemd. De Wet bepaalt dat de eisen door de branche-organisaties, gemakshalve de 'landelijke organen' genoemd, worden opgesteld. Vervolgens keurt de Minister van Onderwijs ze goed en stelt ze vast. Binnen het pakket van eisen worden eindtermen geformuleerd, die in deelkwalificaties en verder in domeinen zijn gegroepeerd. Voor ons zijn met name de eisen interessant die voor de wiskundige kennis en vaardigheden van de leerlingen zijn gesteld.

Ik heb in dit verband de publicatie *Eindtermendocument van de kwalificatie Middenkaderfunctionaris GWW uit de kwalificatiestructuur voor de grond- water- en wegenbouw* geraadpleegd¹. Deze stamt uit 1996 en is onder verantwoordelijkheid van de Stichting Beroepsopleidingen Weg- en Waterbouw, afdeling Innovatie en Ontwikkeling, uitgebracht. De publicatie bevat in hoofdstuk 5 twaalf paragrafen met deelkwalificaties², zoals 'elementaire GWW-kunde', 'algemene civiele techniek', 'onderhoud, controle en beheer', 'werkvoorbereiding en uitvoering', 'technisch ontwerp en toezicht', verschillende deelkwalificaties met betrekking tot stages, een deelkwalificatie die op doorstroming naar het HBO is gericht, alsmede de deelkwalificatie die tot doel heeft de kennis van leerlingen te 'verrijken'. Per deelkwalificatie worden er verschillende domeinen genoemd, waarbinnen weer eindtermen worden geformuleerd. In totaal bevat de publicatie ruim 600 eindtermen, waar leerlingen aan het eind van de opleiding – zo lees ik in de leeswijzer – minimaal aan moeten voldoen. Een voorbeeld hiervan is de zesde eindterm in het eerste domein (maatvoeren, meten en uitzetten) van de vierde deelkwalificatie: algemene ci-

viele techniek. Deze eindterm luidt: de principe-werking van een instrument met laserstraal verklaren.

De eerste deelkwalificatie in de publicatie gaat over de algemeen vormende en de exacte vakken. Ze bevat vijf domeinen: (1) Nederlands, Duits en Engels, (2) lichamelijke oefening, (3) maatschappijleer, (4) wiskunde/practicum informatica en (5) natuurkunde/scheikunde/practicum natuur- en scheikunde. Het zal duidelijk zijn dat we in eerste instantie zullen kijken naar de eindtermen die er voor wiskunde zijn gesteld. Dit zijn er in totaal 33, met de nummers 46 tot en met 78. Ik zal hier voorbeelden van geven en ze voorzien van een eerste commentaar.

Algemene wiskundige vaardigheden

Welke wiskundige kennis en vaardigheden worden leerlingen verondersteld te verwerven in het onderwijs dat opleidt tot middenkaderfunctionaris GWW? Dat dit een opleiding op het niveau van middelbaar (technisch) onderwijs is, zal duidelijk zijn.

In de lijst zijn eindtermen opgenomen die verwijzen naar wat algemene wiskundige vaardigheden wordt genoemd. Deze zijn interessant, omdat ze weliswaar bij het domein 'wiskunde' staan, maar een betekenis hebben die veel verdergaat dan alleen de wiskunde.

Het zijn:

- (46) structuur aanbrengen in uit te voeren werkzaamheden
- (47) de relatie omschrijven tussen de wiskunde enerzijds en andere vakgebieden anderzijds
- (48) een gefundeerd kritische houding innemen ten opzichte van afleidingen, bewijzen, redeneringen en de interpretatie van gegevens
- (49) aangeven of en in hoeverre bij de oplossing van praktisch-technische problemen van eenvoudige aard, wiskunde een rol speelt
- (50) eigener beweging praktisch-technische vraagstukjes oplossen, waarbij de toepassing van wiskunde is vereist.

De betekenis van deze algemene wiskundige vaardighe-

den is **zeer groot**. Deze eindtermen geven aan dat de wiskunde **nodig is** – of **nodig kan zijn** – bij het oplossen van problemen uit het beroepenveld waarvoor het GWW-onderwijs opleidt. De algemene doelstelling van wiskunde-onderwijs zou voor deze leerlingen in het beroepsonderwijs immers kunnen luiden ‘het met behulp van wiskundige middelen leren oplossen van problemen uit het beroepsveld waarvoor zij worden opgeleid’. Wiskundige kennis en vaardigheden staan in dienst van de beroepsuitoefening. In het onderwijs moeten leerlingen deze vaardigheden verwerven om het beroep te kunnen uitoefenen. Hiermee wordt iets essentieels aangegeven, namelijk dat wiskundige kennis en vaardigheden deel uitmaken van het beroepsmatige handelen. Bij de uitoefening van het beroep maakt men, met andere woorden, gebruik van wiskundige elementen van algemene aard. Sterker nog, deze wiskundige elementen zijn onmisbaar. Ik kom op die kwestie later in dit artikel terug.

Specifieke wiskundige vaardigheden

De overige eindtermen van dit gedeelte van de publicatie gaan over specifieke wiskundige vaardigheden. Om duidelijk te maken wat hiermee wordt bedoeld, noem ik er vijf. De leerling kan:

- (54) veeltermen en producten van veeltermen vereenvoudigen, in het bijzonder de merkwaardige producten
- (58) stelsels lineaire vergelijkingen van maximaal 3 bij 3 oplossen
- (65) domein, bereik en volledig origineel van nul bepalen van een tweetallige relatie
- (71) radialen in graden en graden in radialen converteren
- (77) eenvoudige goniometrische vergelijkingen oplossen waarbij een rol spelen: de formules voor complementaire en supplementaire hoek, die voor de tegengestelde hoek en $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ en kent de vormen arcsin, arccos en arctan.

Eerste commentaar

Voor degenen die bekend zijn met het wiskundeprogramma van de eerste fase voortgezet onderwijs, zal de opsomming van eindtermen in de voornoemde publicatie enige verwondering wekken. De opsomming lijkt te zijn gebaseerd op wat we hier voor het gemak maar even traditionele wiskundeprogramma's noemen. Ze sluiten niet aan op de kerndoelen voor de basisvorming (zie Procesmanagement basisvorming, 1991) en op de programmatische vernieuwing van de Commissie Ontwikkeling Wiskundeonderwijs uit 1991 (zie Kok & Staal, 1991 en COW, 1991). In publicaties van de COW worden bijvoorbeeld algemene doelen en vaardigheden en inhoudelijke doelen onderscheiden. Van de laatste, de inhoudelijke doelen, zijn er vijf ‘domeinen’: algebra, meetkunde, rekenen, informatieverwerking en statistiek en geïntegreerde

wiskundige activiteiten.

De opsomming in de publicatie voor de Middenkaderfunctionaris GWW lijkt evenmin aan te sluiten bij de concept modulaire leerlijn rekenen en wiskunde voor de KSE³, niveau 1 tot en met 6, een publicatie die weliswaar niet gedateerd is, maar een klein jaar na het *Eindtermendocument Middenkaderfunctionaris GWW*, in 1997 dus, is verschenen (zie Kemme c.s., z.j.).

Dat hier sprake is van een opmerkelijke lacune, is duidelijk. Het een en ander sluit niet of slecht op elkaar aan. Het kan ook anders. Materiaalontwikkeling binnen het TWIN-project⁴ beoogt bijvoorbeeld juist aan te sluiten bij de programma's die leerlingen op VBO/MAVO, niveau D, hebben gevolgd. Het gaat daarbij overigens niet alleen om de inhoud van het wiskundeonderwijs, maar ook om de manier waarop leerlingen gewend zijn wiskunde te leren (zie Van der Kooij, 1997).

Meetkunde als voorbeeld

Men zou zich kunnen voorstellen dat een opleiding voor een middenkaderfunctionaris in de grond-, water- en wegenbouw in het wiskundeonderwijs veel aandacht besteedt aan meten en meetkunde. In het beroep komt in ieder geval ook het uitzetten van wegen en dergelijke voor. Er zijn inderdaad, naast de eindtermen voor goniometrie, een viertal eindtermen geformuleerd voor meetkunde. Het zijn:

- (67) de eigenschappen van al of niet bijzondere driehoeken en vierhoeken toepassen
- (68) de eigenschappen van de bijzondere lijnen en driehoeken en vierhoeken toepassen
- (69) de omtrek en de oppervlakte bepalen van een driehoek, een vierhoek, een cirkel(-deel) en een regelmatige veelhoek
- (70) de coördinaten van het snijpunt van lijnen bepalen en de hoek waaronder die elkaar snijden.

Het valt op dat er geen eindtermen worden genoemd voor het leren meten, voor het gebruik van maten en voor de nauwkeurigheid van meetprocedures (meetfouten). Dit lijkt een omissie, maar bij bestudering van andere delen van de publicatie blijkt dat deze zaken elders wel degelijk genoemd worden.

Het een en ander staat echter in tegenstelling tot het grote belang dat in het wiskundeonderwijs op MAVO/VBO-niveau aan meetkunde wordt gehecht. Zo beveelt de COW in haar publicatie *Leerstofbeschrijving wiskunde 12-16* aan dat in het wiskundeonderwijs in klas 4, op D-niveau, 20% van de beschikbare tijd aan meetkunde wordt besteed. Men noemt als nieuwe, meetkundige onderwerpen in die klas:

1. Projecties gebruiken; het verschil tussen centrale projectie en parallelprojectie met betrekking tot hoeken en lijnstukken. Aanzichten tekenen. Uit meerdere

aanzichten van een voorwerp conclusies trekken over het voorwerp zelf.

2. Goniometrische verhoudingen; bij berekeningen in een driehoek naast tangens ook sinus en cosinus gebruiken.

Wiskunde in andere deelkwalificaties

In de deelkwalificatie 'elementaire GWW-kunde' zijn zeven domeinen onderscheiden. De meeste daarvan bevatten onderdelen (eindtermen) die ook onder 'wiskunde' zouden kunnen worden gerangschikt. In het eerste domein, 'maatvoeren, meten en uitzetten', gaat het om het uitzetten van lijnen, loodlijnen, hoeken en dergelijke. Daar komen instrumenten van pas die typerend zijn voor het beroep, zoals de waterpas en de theodoliet. Ook vinden we er een eindterm over de verklaring van meetfouten. Ook in het tweede domein komen, naast vakspecifieke zaken, wiskundige aspecten aan de orde. Het gaat daarbij om het calculeren. Meetkundige zaken zoals het lezen en maken van vakspecifieke (werk)tekeningen worden in domein 3 genoemd. Deze worden uitgebreid tot bepaalde bouwkundige constructies in het vierde domein.

Vergelijkbare wiskundige elementen komen in deelkwalificatie 4 (algemene civiele techniek), deelkwalificatie 6 (werkvoorbereiding en uitvoering) en deelkwalificatie 7 (technisch ontwerp en toezicht) voor en, zij het in mindere mate, ook in deelkwalificatie 5 (onderhoud, controle en beheer).

Uit de opsomming van eindtermen komt de verwevenheid van specifieke aspecten in de beroepsuitoefening van een middenkaderfunctionaris in de grond, water- en wegenbouw enerzijds en wiskundige elementen anderzijds, goed naar voren. Je kunt zeggen dat leerlingen om te worden opgeleid voor hun beroep, wiskundige kennis en vaardigheden nodig hebben. Later zullen zij in de uitoefening van het beroep hun verworven wiskundige inzichten en vaardigheden op geïntegreerde wijze inzetten.

Conclusies

De eerste conclusie gaat over de vraag of de eindtermen voor wiskunde in de opleiding voor middenkaderfunctionaris GWW aansluiten bij de huidige vernieuwing in de eerste fase van het voortgezet onderwijs, met name het VBO/MAVO op D-niveau. Uit de opsomming van de wiskundige eindtermen in het document lijkt de visie op wiskundeonderwijs van de samensteller merendeels traditioneel bepaald. Niettemin vinden we onder het kopje 'wiskunde' ook algemene wiskundige vaardigheden die in modern wiskundeonderwijs centraal worden gesteld. Er kan dus een opvallend verschil in opvatting worden gesignaleerd tussen de eindtermen die gelden voor het vak wiskunde in het algemeen vormende onderwijs en de

eindtermen die voor wiskundeonderwijs in de opleiding voor middenkaderfunctionaris GWW zijn genoemd. In principe zouden die echter in elkaars verlengde moeten liggen. Dit verschil in opvatting betreft zowel de algemene doelstellingen als de specifieke, vakgerichte doelstellingen. In een situatie waarin de Wet van de Minister verlangt dat deze de eindtermen van de twee onderwijstypen sanctioneert, lijkt een afstemming van verschillende invalshoeken een noodzaak. Maar dat is niet gebeurd.

De tweede conclusie gaat over de reikwijdte van reken/wiskundige kennis en vaardigheden. Het valt op dat in de publicatie van de brancheorganisatie Grond-, Water- en Wegenbouw veel wiskundige kennis en vaardigheden als het ware verscholen zit in eindtermen die voor vaktechnische domeinen zijn beschreven. Je kunt dit positief benaderen, als je je realiseert hoezeer de wiskunde in de technische vakken is geïntegreerd. Maar het negatieve ervan is het gevaar dat wiskundige kennis slechts wordt aangeleerd voor zover het direct in dienst staat van de beroepsuitoefening in de techniek. De wiskundige kennis die aan leerlingen in het MTO wordt geleerd, gaat verder. Deze behoort erop gericht te zijn dat een middenkaderfunctionaris bepaalde problemen kan oplossen en daarin de keuze heeft om die oplossing met wiskundige middelen te bereiken. Leren problemen op te lossen is een algemeen doel waaraan met name het wiskundeonderwijs z'n kracht ontleent. Het is van groot belang dat de functionaris relaties legt met andere problemen, ook problemen met een duidelijke wiskundige component.

Verder gaat het om de vraag hoe iemand in z'n beroepsuitoefening z'n problemen oplost. Samenwerking met collega's of ander technisch personeel is daarbij cruciaal. Dit betekent bijvoorbeeld ook dat iemand in staat moet zijn zowel het probleem dat hij wil oplossen, als de oplossing zelf te verwoorden. Niet alleen wordt hem hierdoor het probleem duidelijker, maar hij maakt het hiermee ook duidelijk voor anderen.

Discussie

De vraag is gewettigd of wiskunde in het MBO, gezien het bovenstaande, bestaansrecht heeft als apart vak. Bij de beantwoording van deze vraag is van belang welke rollen voor wiskunde ziet in de techniek. Uit de publicatie van de GWW lijkt een deel van de wiskunde door de praktijkopleiding 'geannexeerd' te zijn. De discussie zou erover moeten gaan of dit erg, 'onacceptabel', is. Zeker is dat in een dergelijke discussie naar voren zal komen of leerlingen van opleidingen voor het technisch middenkader specifieke wiskundige kennis nodig hebben, gericht op de uitoefening van het beroep waarvoor zij worden opgeleid en welke kennis en vaardigheden dat zijn. Bovendien zal aan de orde moeten worden gesteld of praktijkleraren in de techniek in staat zijn de wiskundige inzichten en vaardigheden die leerlingen worden geacht te verwerven, op een adequate manier te onderwijzen.

Kortom, het gaat om de rol van de wiskunde in technische opleidingen en om de vraag welke leraren in staat moeten worden geacht deze wiskunde te onderwijzen.

Hans ter Heege, SLO afdeling BVE, Enschede

Literatuur

Commissie Ontwikkeling Wiskundeonderwijs (1992). *Examenprogramma mavo/vbo C/D wiskunde*. Utrecht: Freudenthal Instituut /Enschede: SLO.

Kemme, S., H. Sormani & M. Wijers (z.j.). *Concept Modulaire Leerlijn Rekenen en Wiskunde; KSE-niveau 1 tot en met niveau 6*. 's-Hertogenbosch: CINOP.

Kok, D. & H. Staal (team W12-16) (1991). *Leerstofbeschrijving wiskunde 12-16*. Utrecht: Freudenthal Instituut /Enschede: SLO.

TWIN Wiskunde 1 en 2; MBO sector techniek (1997). Leiden: SMD.

Procesmanagement basisvorming (1991). *Ontwerp kerndoelen voor basisvorming in basisonderwijs en voortgezet onderwijs (uit het nader advies van de CHE)*. z.p.

Raadsen, R. (mei 1996). *Eindtermendocument van de kwalificatie Middenkaderfunctionaris GWW uit de kwalificatiestructuur voor de Grond-, Water- en Wegenbouw*. Stichting Beroepsopleidingen Weg- en Waterbouw afdeling Innovatie en Ontwikkeling, Gouda.

Heege, H. ter & W. van Zon (1996). 'Ontwikkelwerk en onderzoek in actie – achtergronden bij de ontwikkeling van het pakket voor volwassenen 'Rekenen met perspectief'', *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs* 14(3), 25-39.

Oord, J. van den (februari 1997). *Onderzoek naar de eindtermen/concrete eindtermen Natuurkunde & Wiskunde voor de middenkaderopleidingen MTO*. Middelburg.

Kooij, H. van der (1997). 'Wiskunde in het MTO: het TWIN-project' in: *Nieuwe Wiskrant* 16(3), 23-27.

Noten

[1] De bedoelde opleiding is een zogenoemde middenkaderopleiding die leidt tot een kwalificatie op niveau 4, genoemd in de WEB. Vergelijkbare publicaties zijn gemaakt voor andere technische beroepen, zoals de werktuigbouwkunde, bouwkunde, elektronische installatietechniek. Zie ook Van den Oord, 1997.

[2] De terminologie lijkt aanleiding te geven tot verwarring. Een leerling is, na de opleiding met goed gevolg te hebben afgesloten, 'gekwalificeerd' voor de uitoefening van het beroep van middenkaderfunctionaris in de Grond-, Water- en Wegenbouw. In de opleiding wordt aan 'deelkwalificaties' gewerkt, waaraan de leerling minimaal moet voldoen. Er zijn hier twaalf deelkwalificaties genoemd. Het zijn:

1. Algemeen vormende en exacte vakken

2. Elementaire GWW-kunde

3. Oriënterende stage

4. Algemene civiele techniek

5. Onderhoud, controle en beheer

6. Werkvoorbereiding en uitvoering

7. Technisch ontwerp en toezicht

8. Stage onderhoud, controle en beheer

9. Stage werkvoorbereiding en uitvoering

10. Stage technisch ontwerp en toezicht

11. Doorstroming HBO

12. Verrijking.

[3] Onder KSE wordt de kwalificatiestructuur voor de volwasseneneducatie verstaan. Deze kwalificatiestructuur is aan de kwalificatiestructuur voor het beroepsonderwijs gekoppeld.

[4] Het TWIN-project (Techniek, Wiskunde, Informatietechnologie en Natuurkunde) is een ontwikkelproject dat onder leiding van het Freudenthal Instituut wordt uitgevoerd. Bij het project zijn ook verschillende ROC'S, de Hogeschool van Utrecht, de SLO en het Cito betrokken, alsmede uitgeverij SMD. Het project richt zich op het MTO, onder meer door materiaalontwikkeling in de 'realistische traditie'.

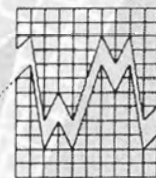
(Advertentie)

www.wageningse-methode.nl

Tweede fase

- * voorlopige uitgaven
- * toch al derde versies
- * uitzonderlijk laag geprijsd
- * docentenmateriaal gratis

Een unieke gelegenheid om een definitieve beslissing nog even uit te stellen en onze methode een jaartje uit te proberen. U leest hier alles over op onze home page.



de
**Wageningse
Methode**