Aansluiting in perspectief

Onderzoek naar aansluitingsproblemen bij wiskunde in het vmbo

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo

Aansluiting in perspectief

Onderzoek naar aansluitingsproblemen bij wiskunde in het vmbo

December 2018

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording

2018 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteur: Victor Schmidt

Informatie
SLO
Afdeling: voortgezet onderwijs
Postbus 2041, 7500 CA Enschede
Telefoon (053) 4840 840
Internet: www.slo.nl
E-mail: info@slo.nl

AN: 5.7762.762

Inhoud

1.	**Inleiding**	**5**
1.1	Aansluitingsproblematiek	5
1.2	Oorsprong van aansluitingsproblemen	5
1.3	Oorzaken van aansluitingsproblemen	5
2.	**Het onderzoek**	**7**
2.1	Aanleiding voor dit onderzoek	7
2.2	Onderzoeksvraag	7
2.3	Onderzoeksopzet	7
2.4	Afbakening van het onderzoek	9
3.	**De resultaten**	**11**
3.1	Inhoud	11
3.2	Complexiteit	12
3.3	Wiskundevaardigheden en beheersingsniveaus	14
4.	**Conclusies**	**21**
4.1	Inleiding	21
4.2	Binnen het vmbo	21
4.3	Beroepsgerichte profielvakken	21
4.4	Naar het mbo	21
4.5	Naar de havo	22
4.6	Samenvatting	22
4.7	Vervolgstappen	23
Literatuur		**25**
Bijlage A: In- en doorstroomcijfers		**27**
Bijlage B: wiskundevaardigheden		**29**
Bijlage C: Beschrijvingskader wiskunde-inhouden en complexiteitsniveaus		**30**
Bijlage D: Enquête beheersingsniveaus		**41**
Bijlage E: Voorbeelden van examenopgaven beroepsgerichte profielvakken		**53**

1. Inleiding

1.1 Aansluitingsproblematiek

Dit rapport gaat over de aansluiting van de wiskundecurricula van het vmbo op vervolgopleidingen, met beroepsgerichte profielvakken en tussen de leerwegen van het vmbo onderling. Ter inleiding wordt in dit hoofdstuk enige achtergrondinformatie geschetst over aansluitingsproblematiek in het algemeen. In bijlage A wordt verder enige kwantitatieve informatie gegeven over instroom in het mbo en doorstroom vanuit het vmbo.

1.2 Oorsprong van aansluitingsproblemen

Aansluitingsproblemen kunnen voortkomen uit verschillende bronnen. We onderscheiden er drie:

- *het onderwijsstelsel*
  Bijvoorbeeld: leerlingen kunnen examen afleggen zonder wiskunde, terwijl ze toelaatbaar zijn op een vervolgopleiding die wel beheersing van wiskunde van haar instroom verwacht.

- *het curriculum*
  Bijvoorbeeld: een onderwerp maakt geen deel uit van een curriculum, terwijl een vervolgopleiding daar wel op rekent. Of: een onderwerp wordt leerlingen op een bepaald niveau aangeboden, terwijl een vervolgopleiding een hoger niveau verwacht.

- *de leerling*
  Ook al heeft een leerling een vak gevolgd en sluit het curriculum van dat vak goed aan bij zijn vervolgopleiding, toch kan een leerling aansluitingsproblemen ondervinden als gevolg van een gebrek aan beheersing van onderdelen van het curriculum. Een dergelijk aansluitingsprobleem is individueel van aard.

De aansluitingsproblemen die dit rapport beschrijft hebben hun oorsprong in de wiskundecurricula van het vmbo.

1.3 Oorzaken van aansluitingsproblemen

Wie nader onderzoek doet naar de oorzaken van aansluitingsproblemen op curriculumniveau, kan vier oorzaken onderscheiden:

- *inhoud*
  Een onderwerp maakt geen deel uit van een curriculum, terwijl vervolgopleidingen of andere belanghebbenden dat wel verwachten.

- *complexiteit*
  Bij een of meer onderwerpen of vaardigheden komen eenvoudiger situaties aan bod dan bij vervolgopleidingen of elders verwacht wordt, bijvoorbeeld: in een school worden alleen eerstegraads vergelijkingen van de vorm $ax + b = c$ behandeld, terwijl een vervolgopleiding van haar leerlingen verwacht dat ze eerstegraads vergelijkingen van de vorm $ax + b = cx + d$ kunnen oplossen. Of: op school leren leerlingen alleen eenvoudige problemen op te lossen, terwijl een vervolgopleiding van ze verwacht dat ze complexe problemen kan oplossen.

- *wiskundevaardigheden*
  Een wiskundevaardigheid komt niet of weinig aan bod, terwijl een vervolgopleiding of andere belanghebbende dat wel verwacht. Wiskundevaardigheden (liever: wiskundige 'bekwaamheden') zijn vaardigheden die niet specifiek met een wiskundedomein verbonden zijn, zoals probleemoplossen, modelleren, logisch redeneren, hanteren van wiskundige formalismen, kennis van begrippen, namen en symbolen, beheersing van basisprocedures en wiskundig inzicht. Een omschrijving van deze wiskundevaardigheden staat in bijlage B.

- *beheersingsniveaus*
  Ook al maakt een wiskundevaardigheid deel uit van een curriculum, het aangeboden niveau van denken of handelen bij een dergelijke vaardigheid kan in de ogen van een vervolgopleiding of andere belanghebbende te laag zijn. Bijvoorbeeld: op school volstaat het een probleem met behulp van trial-and-error op te lossen, terwijl een vervolgopleiding verwacht dat leerlingen een (voorgeschreven) stappenplan volgen.

2. Het onderzoek

2.1 Aanleiding voor dit onderzoek

De examenprogramma's wiskunde van het vmbo stammen in essentie uit 1993. Bij de invoering van het vmbo in 1999 is een aantal kleinere wijzigingen in de examenprogramma's aangebracht, evenals in 2007. In dat laatste jaar is ook besloten dat het onderdeel Meetkunde permanent deel uit maakt van het centrale examen en het onderdeel Informatieverwerking & statistiek van het schoolexamen.

De vakvereniging NVvW heeft in 2014 de vraag opgeworpen in hoeverre de examenprogramma's nog actueel zijn, mede gelet op het feit dat de doorstroom van vmbo-gl en –tl naar havo niet optimaal is. Eén aspect van actualiteit is de vraag in hoeverre de examenprogramma's wiskunde adequaat voorbereiden op de vernieuwde kwalificatiestructuur in het mbo, op de vernieuwde examenprogramma's in de havo, in hoeverre ze adequaat aansluiten bij de vernieuwde beroepsgerichte programma's en in hoeverre ze onderling onderscheidend zijn. Om antwoord te geven op deze vragen heeft SLO een onderzoek uitgevoerd waarvan de resultaten in dit rapport zijn opgenomen.

2.2 Onderzoeksvraag

In hoeverre sluiten de examenprogramma's wiskunde in de vier leerwegen van het vmbo op curriculumniveau aan op:

- opleidingen in het middelbaar beroepsonderwijs;
- de tweede fase van havo;
- de beroepsgerichte profielvakken (de beroepsgerichte keuzevakken zijn buiten beschouwing gelaten);
- elkaar,

met betrekking tot zowel inhouden, complexiteit, wiskundevaardigheden als beheersingsniveaus.

2.3 Onderzoeksopzet

Het onderzoek is uitgevoerd door medewerkers van SLO. Zij zijn begeleid door een commissie die bestond uit twee vmbo-docenten wiskunde, een mbo-docent wiskunde, een lerarenopleider en een havo-docent wiskunde. Deze begeleidingscommissie heeft de onderzoekers feedback gegeven op hun aanpak, op de tussenresultaten en geholpen met bijvoorbeeld het werven van respondenten op enquêtes.

De *inhoud*elijke aansluiting is onderzocht door een lijst met 59 wiskunde-onderwerpen als uitgangspunt te kiezen (zie bijlage C) en aan te geven welk van deze onderwerpen voorkomen in examenprogramma's, tussendoelen voor de onderbouw havo, de rekensyllabus en andere relevante curriculumdocumentatie.

De *complexiteit* is onderzocht door bij elk van de 59 onderwerpen één of meer complexiteitskenmerken te definiëren, per kenmerk een aantal complexiteitsniveaus (zie bijlage C) en vervolgens bij examen- en voorbeeldopgaven aan te geven wat het hoogste complexiteitsniveau is dat per kenmerk voorkomt.
Geanalyseerd zijn:

- de vmbo-examens wiskunde uit het eerste tijdvak van de examenjaren 2013 tot en met 2017 uit elk van de leerwegen (waarbij de gemengde en theoretische leerweg samengenomen zijn; in deze leerwegen wordt hetzelfde wiskunde-examen afgenomen);
- de voorbeeld-examens rekenen 3F voor het mbo uit de jaren 2016 tot en met 2018;
- de voorbeeldopgaven onderbouw havo, die in 2013 ontwikkeld zijn ter illustratie van de tussendoelen voor de onderbouw van havo;
- de pilotexamens van de tien beroepsgerichte profielvakken uit 2016 en 2017;
- de voorbeelden die deel uit maken van het *Basisdeel Wiskunde voor het technisch mbo niveau 4*, dat ontwikkeld is door de werkgroep MBO – HBO van de NVvW.

Daarnaast is op basis van deze bronnen, met uitzondering van de laatste twee, een complexiteitsanalyse gemaakt van problemen die leerlingen geacht worden op te kunnen lossen. Bij de beroepsgerichte profielvakken bleek het aantal reken-/wiskundeproblemen in de examens te beperkt om statistisch te analyseren. Wel hebben we deze problemen bestudeerd en betrokken in de bevindingen. In het mbo zijn er geen standaardtoetsen wiskunde (wel rekenen).

Welke *wiskundevaardigheden* in welke mate voorkomen in de verschillende curricula is onderzocht door analyse van dezelfde bronnen als hierboven.

Inzicht in welke *beheersingsniveaus* vmbo-docenten van hun uitstromende leerlingen verwachten en welke niveaus vervolgopleidingen van hun instromende leerlingen of studenten verwachten, hebben we verkregen door middel van een enquête onder een beperkte groep respondenten. In deze enquête wordt de respondenten een fictieve leerling (student) Anne gepresenteerd die gemiddeld presteert op wiskunde. De enquête kent een aantal voorbeeldopgaven en respondenten gaven aan op welke wijze Anne geacht wordt een voorbeeldopgave op te lossen dan wel welke voorbeeldopgaven hij of zij zou moeten kunnen maken op de drempel van vmbo en vervolgopleiding. Aan de hand van de antwoorden zijn beheersingsniveaus afgeleid, die met 0, A, B, C of D aangeduid worden. De betekenis van deze aanduidingen staat in paragraaf 3.3. De enquête staat in bijlage D.

De benodigde beheersingsniveaus voor de beroepsgerichte profielvakken konden we tamelijk eenvoudig uit de pilotexamens afleiden en daarom is afgezien van een enquête onder docenten, ook omdat de meeste wiskunde-onderwerpen uit de enquête geen deel uit maken van deze vakken.

Aansluiting op het mbo

Als we de aansluiting tussen vmbo en mbo beschouwen, moeten we in het oog houden dat studenten na instroom in het mbo nog een aantal jaren onderwijs volgen om de doelen uit de mbo-curricula te realiseren. Als uit vergelijking van vmbo-curricula met die uit het mbo zou blijken dat er weinig tot geen verschillen zijn, is er geen aansluitingsprobleem. In het geval er wel verschillen zijn, rijst de vraag of mbo-studenten in staat zijn de doelen van een mbo-curriculum in een paar jaar onderwijs te realiseren. Hierover hebben we een bijeenkomst met docenten uit het mbo georganiseerd, maar die heeft wegens omstandigheden geen doorgang kunnen vinden.

2.4 Afbakening van het onderzoek

Omdat alleen over onderwerpen uit het centraal examen wiskunde van het vmbo gedetailleerde informatie en gestandaardiseerde examens beschikbaar zijn, hebben we ons tot deze onderwerpen beperkt. Voor de schoolexamenonderwerpen, in het bijzonder Informatieverwerking & onzekerheid, is enkel een eindterm beschikbaar en dat is te weinig basis voor dit onderzoek.

Voor mbo-opleidingen zijn generieke vereisten van kracht rond de referentieniveaus rekenen. Voor opleidingen van niveau 2 en 3 gelden referentieniveaus 2A en 2F en voor opleidingen van niveau 4 geldt referentieniveau 3F. Omdat voor alle leerwegen van het vmbo referentieniveau 2F van toepassing is, hebben we alleen de aansluiting van vmbo-wiskunde met referentieniveau 3F onderzocht.

Voor een aantal opleidingen in het mbo is het generieke rekenniveau niet voldoende, omdat de beroepscontext beheersing van meer rekenen en wiskunde noodzakelijk maakt. In editie 2012 van de kwalificatiedossiers werd consequent vermeld bij welke opleidingen dit het geval is en in welke domeinen hiervan sprake is. Dit bleek voor iets minder dan een kwart van de opleidingen het geval te zijn. In 2016 is een nieuwe kwalificatiestructuur ingevoerd. Daarbij zijn eventuele aanvullende reken- en wiskundevereisten in de kwalificatiedossiers meer versluierd weergegeven. Hoe het ook zij, aanvullende reken- en wiskundevereisten in het mbo zijn specifiek voor een opleiding en als gevolg daarvan nauwelijks te onderzoeken. Uitzondering hierop vormen enkele technische opleidingen van niveau 4. Zij hebben in samenwerking met de NVvW een gemeenschappelijk wiskundecurriculum ontwikkeld onder de naam *Basisdeel Wiskunde voor het technisch mbo niveau 4*. Dit curriculum hebben we in ons onderzoek betrokken.

Verder bieden sommige opleidingen van niveau 2, 3 en 4 keuzedelen wiskunde aan. Het mbo kent in totaal vijftien keuzedelen wiskunde. Van deze keuzedelen is een aantal specifiek gericht op doorstroom naar hbo of een hoger mbo-niveau. Deze én andere wiskundekeuzedelen zijn verder verbredend en/of verdiepend van aard. Ter vergelijking: het mbo kent in totaal 1022 keuzedelen. Door beroepsspecifieke wiskunde in een keuzedeel onder te brengen, maakt het geen deel meer uit van de basis van een opleiding. Daarom hebben we afgezien van nader onderzoek naar de wiskundecomponent van de betreffende opleidingen. Keuzedelen gericht op doorstroom hebben een specifieke functie en worden niet door alle studenten gekozen. Daarom hebben we ze evenmin in ons onderzoek betrokken.

3. De resultaten

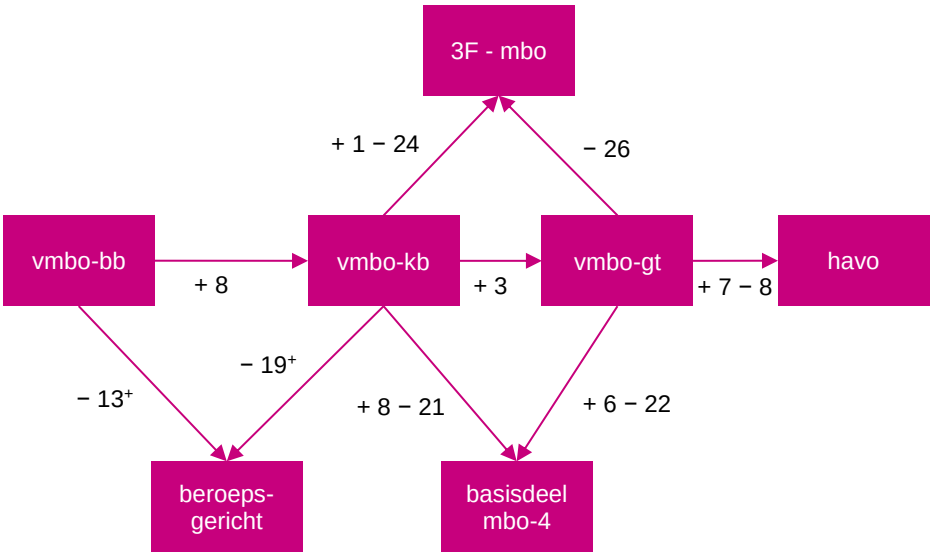
3.1 Inhoud

Zoals eerder beschreven is, is de inhoud van verschillende curricula aan de hand van een onderwerpenlijst met elkaar vergeleken. In de onderstaande tabel staat hoeveel van deze onderwerpen in elk van de onderzochte curricula voorkomen.

Tabel 1: *Antal onderwerpen in de verschillende curricula*

vmbo basisberoepsgerichte leerweg	29
vmbo kaderberoepsgerichte leerweg	37
vmbo gemengde en theoretische leerweg	40
beroepsgerichte profielvakken	gemiddeld 8
onderbouw havo	39
3F – mbo	14
basisdeel wiskunde mbo-4	24

De onderwerpen in deze tabel kunnen van elkaar verschillen. In de onderstaande figuur staat bij een aantal aansluitingsmogelijkheden vermeld hoeveel onderwerpen er meer en minder zijn (in de richting van de pijlen).



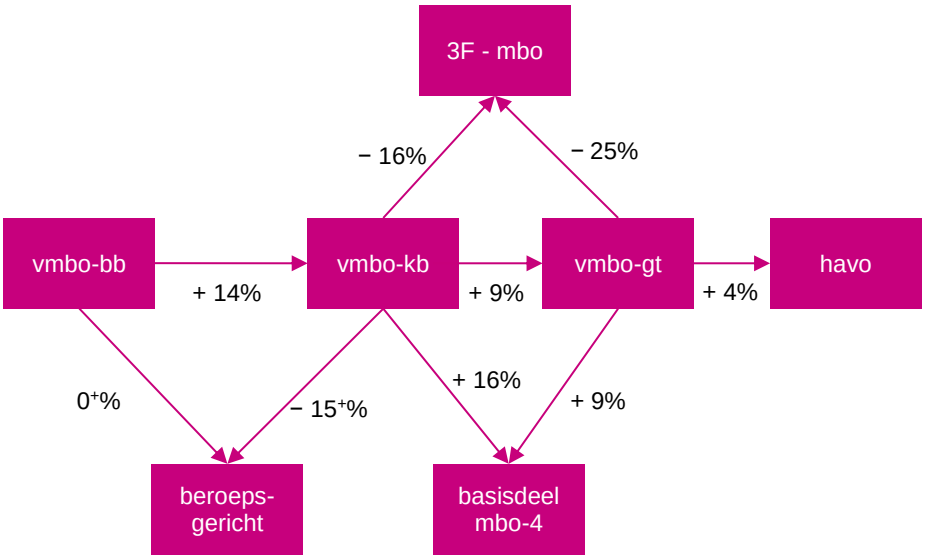
Figuur 1: Resultaten inhoudsanalyse

Om welke onderwerpen gaat het? Afgezien van details zien we het volgende.

- Het wiskundecurriculum van de kaderberoepsgerichte leerweg bevat vooral meer onderwerpen over Verbanden & formules dan de basisberoepsgerichte leerweg, in het bijzonder over specifieke soorten verbanden.
- Bij de beroepsgerichte profielvakken worden procentberekeningen, verhoudingsproblemen, schaal, (werk)tekeningen en routebepaling toegepast.
- De nieuwe onderwerpen in de havo hebben vooral betrekking op variabelen, algebra en tweedegraads verbanden en vergelijkingen.
- In de technische opleidingen van mbo-4 komen iets minder onderwerpen over variabelen en algebra voor dan in havo, maar daarnaast wel logaritmen en vectormeetkunde.
- In 3F komen enkel rekenonderwerpen voor zoals die in het referentiekader rekenen vermeld zijn.

3.2 Complexiteit

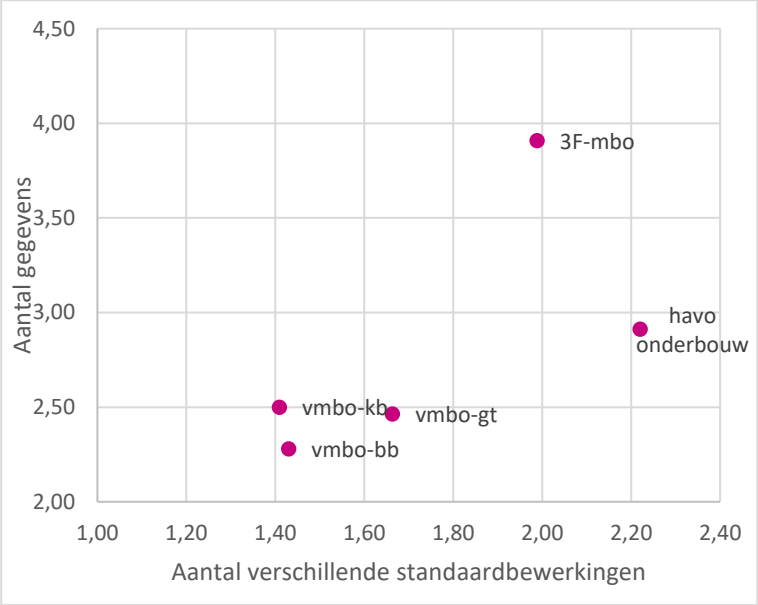
Om een beeld te krijgen in hoeverre de aansluiting bemoeilijkt wordt door verschillen in complexiteit hebben we twee complexiteitsanalyses gedaan. Om inhoudelijke complexiteitsverschillen in beeld te brengen is bij elk tweetal verwante curricula bij onderwerpen die van beide curricula deel uit maken bepaald in hoeverre de complexiteit verschilt. Dit resulteert in onderstaande figuur.



Figuur 2: Resultaten complexiteitsanalyse wiskundige inhoud

In dit figuur valt bijvoorbeeld op dat van de onderwerpen die deel uit maken van de wiskundecurricula van zowel vmbo-bb als vmbo-kb, die in de kaderberoepsgerichte leerweg 14% meer complexiteit kennen dan die in de basisberoepsgerichte leerweg. Het getal als zodanig heeft niet zo veel betekenis, maar in relatie tot de andere getallen wel. Zo kunnen we bijvoorbeeld stellen dat het inhoudelijke complexiteitsverschil tussen de gemeenschappelijke onderwerpen van vmbo-bb en vmbo-kb ongeveer even groot is als het complexiteitsverschil tussen de gemeenschappelijke onderwerpen van vmbo-kb en de technische opleidingen van mbo-4.

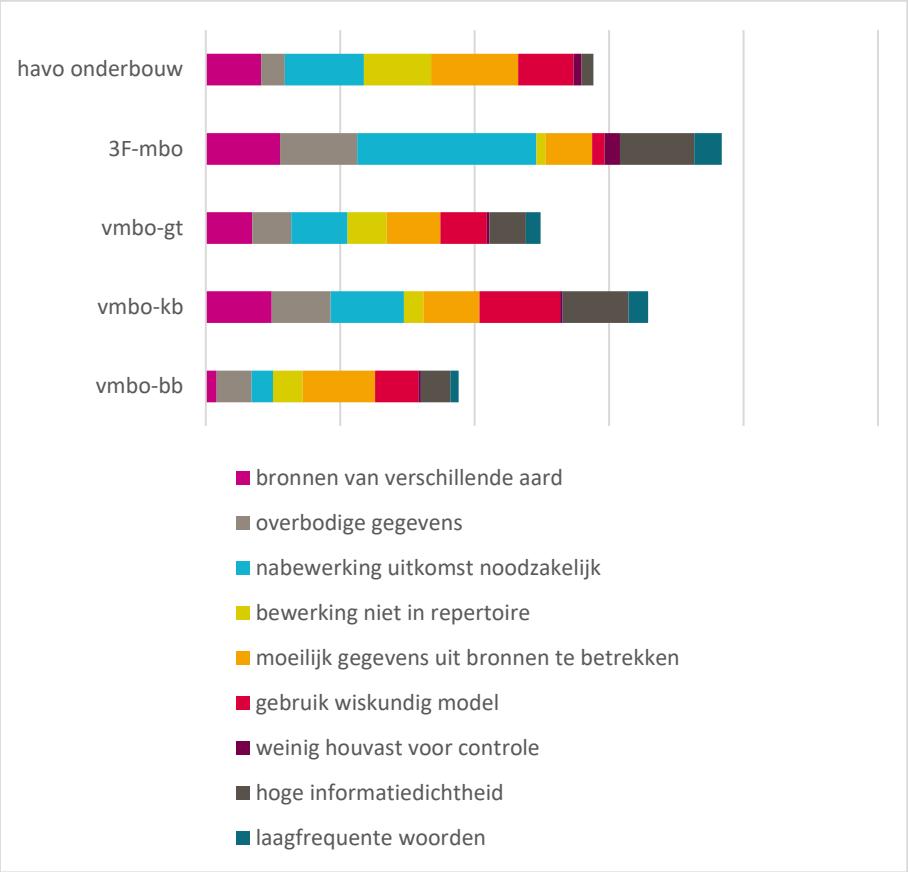
De tweede complexiteitsanalyse betreft de complexiteit van de reken-/wiskundeproblemen die leerlingen (studenten) geacht worden op te kunnen lossen. Daarbij is de definitie van een probleem, een taak of opgave waarvan verwacht mag worden dat een leerling moet nadenken over de wijze waarop hij hem uitvoert. Dit in tegenstelling tot een routinetaak of -opgave, De probleemcomplexiteit wordt in dit onderzoek tot uitdrukking gebracht in het aantal verschillende reken-/wiskundige standaardbewerkingen dat noodzakelijk is om het probleem op te lossen en het aantal gegevens dat gebruikt moet worden bij de oplossing van het probleem. We hebben van een groot aantal examen- en voorbeeld(toets)opgaven deze twee grootheden bepaald en per curriculum hun gemiddelde uitgerekend. In figuur 3 is het resultaat hiervan in beeld gebracht.



Figuur 3: Resultaten analyse probleemcomplexiteit

In de centrale examens van de beroepsgerichte profielvakken komen zoals vermeld ook enkele reken-/wiskundeopgaven voor. Hun aantal is te beperkt om op soortgelijke wijze de probleemcomplexiteit te bepalen. De enkele reken-/wiskundeopgaven die in de examens voorkomen, vallen evenwel op door het grote aantal gegevens waarmee gerekend moet worden. Er hoeven maar weinig verschillende standaardbewerkingen gedaan te worden, maar die moeten dan wel heel vaak uitgevoerd worden. In bijlage E staat een tweetal voorbeelden die dit illustreren.

Naast de twee genoemde grootheden, aantal gegevens en aantal verschillende standaardbewerkingen, hebben we ook gekeken of er zich in probleemoplossingsopgaven in examens en andere opgavenverzamelingen bijzondere kenmerken optreden, zoals: overbodige gegevens, gegevens die in verschillende bronnen staan of moeilijk uit bronnen te betrekken zijn en of nabewerking van uitkomsten noodzakelijk is (zie figuur 4). De horizontale as van deze figuur geeft aan hoeveel procent van de geanalyseerde opgaven een bepaald kenmerk heeft. Omdat een opgave meer dan één bijzonder kenmerk kan hebben, tellen de percentages door tot boven de 100%. Om verwarring als gevolg hiervan te voorkomen zijn de percentages niet in het diagram vermeld.

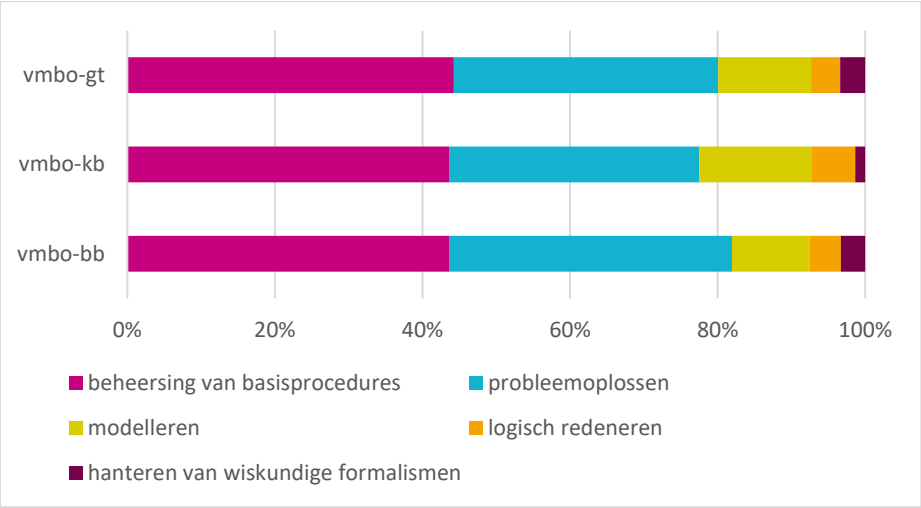


Figuur 4: Bijzondere kenmerken in probleemoplossingsopgaven

3.3 Wiskundevaardigheden en beheersingsniveaus

Wiskundevaardigheden

Aansluitingsproblemen kunnen ook veroorzaakt worden door verschillen in geleerde en verwachte wiskundevaardigheden. Figuur 5 laat van een vijftal vaardigheden zien in hoeverre ze deel uitmaken van de centrale examens wiskunde.



Figuur 5: Samenstelling examens wiskunde vmbo 2013 – 2017

Uit deze figuur blijkt dat in alle leerwegen de examens ruwweg dezelfde samenstelling hebben en dat ongeveer 80% van de examenscore behaald kan worden door middel van routineopgaven en het oplossen van problemen (al dan niet in een context). Daarmee is niet gezegd dat de examens even gemakkelijk zijn. De inhoud van de examenprogramma's in elk van de leerwegen verschilt immers van elkaar.

In het rekenexamen 3F van het mbo en in de beroepsgerichte profielvakken ligt de focus op beheersing van basisprocedures en op probleemoplossen. In de technische opleidingen van mbo-4 gaat de aandacht uit naar beheersing van basisprocedures, probleemoplossen en het hanteren van wiskundige formalismen. In de onderbouw havo komen alle vijf genoemde vaardigheden aan bod, zij het met meer aandacht voor het hanteren van wiskundige formalismen dan in het vmbo. In alle curricula ten slotte is aandacht voor verwerving of functioneel gebruik van wiskundekennis en wiskundig inzicht.

Beheersingsniveaus

Door middel van een uitgebreide enquête onder een beperkte groep respondenten hebben we geprobeerd inzicht te krijgen in de mate waarin beheersing van een aantal wiskundevaardigheden verwacht wordt op de drempel van vmbo en vervolgopleiding. Aan deze enquête hebben 32 respondenten deelgenomen. De antwoorden van twee respondenten bleken niet goed verwerkbaar te zijn. Van de overige respondenten is de verdeling over de verschillende leerwegen en vervolgopleidingen als volgt.

Tabel 2: Verdeling respondenten over leerwegen en vervolgopleidingen

vmbo basisberoepsgerichte leerweg	8
vmbo kaderberoepsgerichte leerweg	4
vmbo gemengde en theoretische leerweg	7
havo wiskunde A	2
havo wiskunde B	2
technische opleidingen mbo-4	7

De beroepsgerichte profielvakken zijn eveneens buiten beschouwing gelaten, omdat het aandeel rekenen en wiskunde in die vakken beperkt is. Bovendien konden we uit de examens van die vakken al afleiden welke beheersingsniveaus verwacht worden.

Onderzochte wiskundevaardigheden zijn:

- beheersing van basisprocedures
- probleemoplossen
- modelleren
- logisch redeneren
- wiskundig inzicht
- wiskundekennis

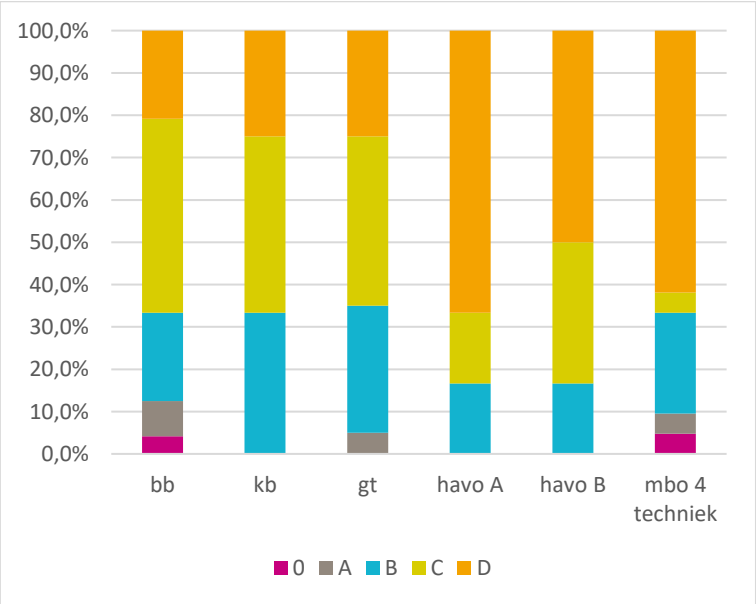
Het vermogen van leerlingen om wiskundige formalismen te hanteren is buiten beschouwing gebleven, omdat deze vaardigheid in het vmbo weinig aan bod komt, zo blijkt uit de samenstelling van de examen
Voor de overige wiskundevaardigheden zijn de bewerkte enquêteresultaten opgenomen in de figuren 6 -11. In deze figuren staan telkens vijf niveaus vermeld die met 0, A, B, C en D aangeduid worden.

Deze niveaus hebben in dit onderzoek globaal de volgende betekenis:

0 Niet aanwezig
A Leerlingen voeren taken handelend uit met concrete materialen, kennen 'dingen' alleen in de vorm van voorbeelden, voeren bewerkingen enkel in een beperkt aantal gevallen uit en gebruiken zelf bedachte namen en notaties.
B Leerlingen voeren taken in concrete situaties op papier of met behulp van een ander medium uit, kunnen in concrete situaties dingen van andersoortige dingen onderscheiden, zijn vaardig in de uitvoering van bewerkingen en gebruiken vaak contextspecifieke namen en notaties.
C Leerlingen voeren taken uit met behulp van schema's, plaatjes en heuristieken, kunnen verbanden leggen tussen gelijksoortige dingen en hun eigenschappen, beschouwen bewerkingen als een abstract object met verschillende bewerkingswijzen en eigenschappen, en gebruiken schoolboektaal.
D Leerlingen voeren taken op formele wijze uit, beschouwen dingen als abstracte objecten met verschillende representaties, kunnen bewerkingsobjecten in verband brengen met andere wiskundige objecten en gebruiken formele wiskundetaal.

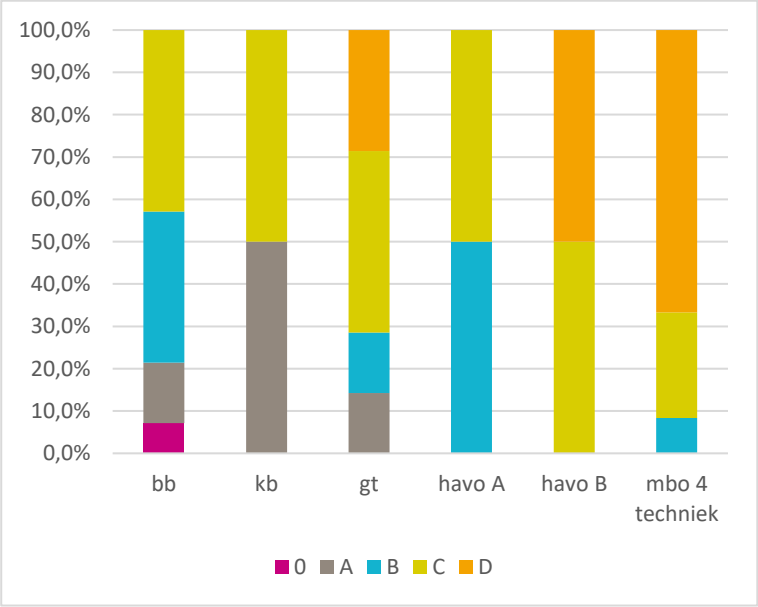
In de enquête van bijlage D staat bij elk antwoordalternatief van welk niveau A tot en met D het is. Deze informatie stond niet in de versie die aan de respondenten is voorgelegd.

In het vervolg worden de bewerkte enquêteresultaten in de vorm van een aantal diagrammen weergegeven. In elk van de diagrammen staat een weergave van de antwoorden van de respondenten, zoals die herleid zijn naar bovenstaande niveaus.



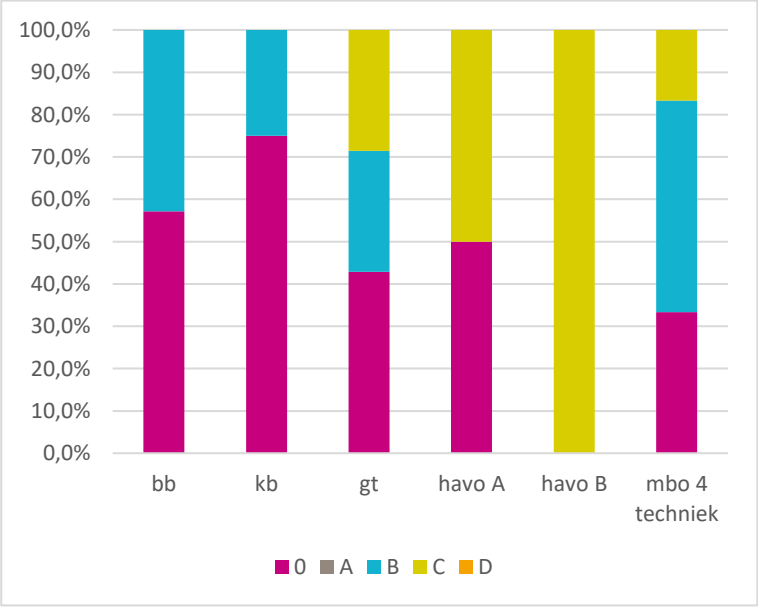
Figuur 6: Bewerkte enquêteresultaten voor beheersing van basisprocedures

Het verschil tussen de leerwegen is bij deze wiskundevaardigheid klein. Wel zien we verschillen tussen vmbo-gt en havo en tussen vmbo-kb en –gt enerzijds en de technische opleidingen van mbo-4 anderzijds. Verder is opmerkelijk dat niveau C bijna ontbreekt in de antwoorden van de respondenten uit de technische opleidingen van mbo-4.



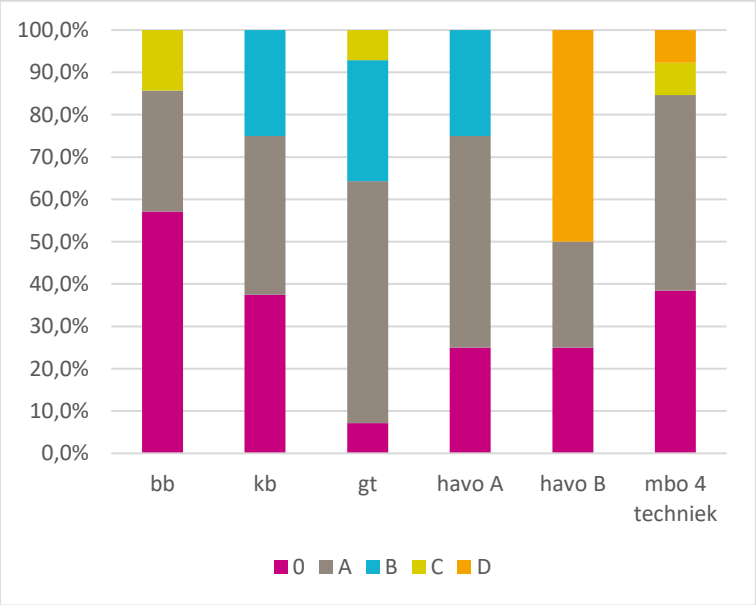
Figuur 7: Bewerkte enquêteresultaten voor probleemoplossen

Bij de wiskundevaardigheid probleemoplossen blijken er in het oog springende verschillen tussen vmbo-bb en –kb enerzijds en vmbo-gt anderzijds en tussen vmbo-gt, havo wiskunde B en de technische opleidingen van mbo-4 te zijn.



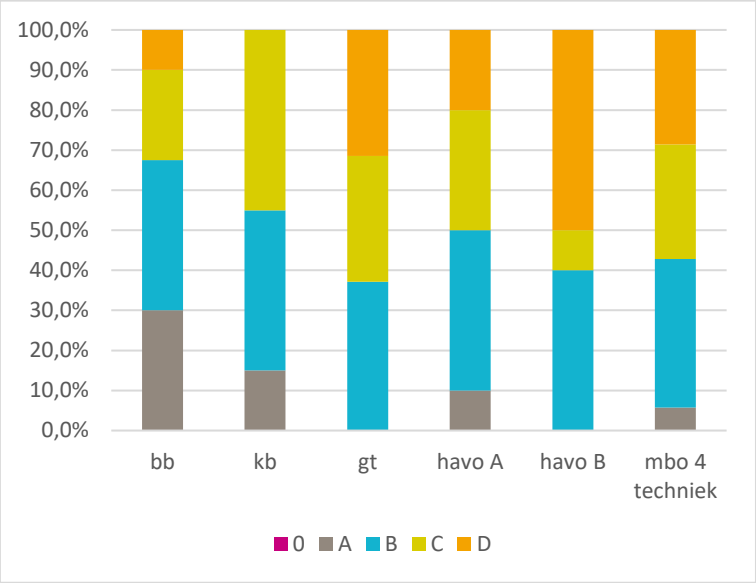
Figuur 8: Bewerkte enquêteresultaten voor modelleren

Van beheersing van de modelleervaardigheden onder leerlingen en instromende studenten blijken door de respondenten, met uitzondering van die van havo wiskunde B, niet veel verwacht te worden.



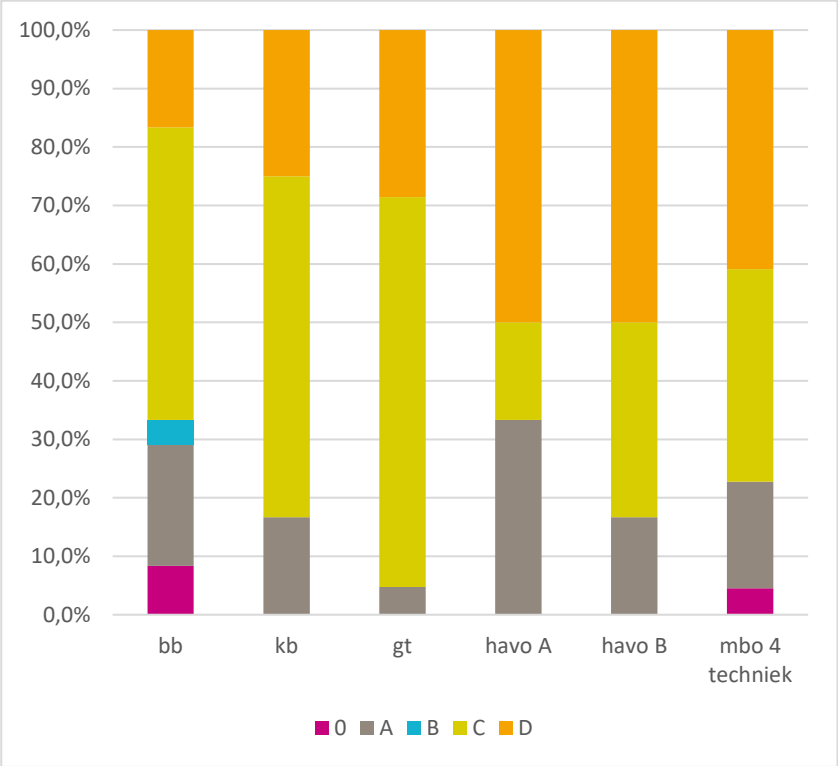
Figuur 9: Bewerkte enquêteresultaten voor logisch redeneren

Ook van redeneervaardigheden worden blijkens deze grafiek weinig van leerlingen en instromende studenten verwacht, met uitzondering van havo wiskunde B en in mindere mate de technische opleidingen van mbo-4.



Figuur 10: Bewerkte enquêteresultaten voor wiskundig inzicht

Hier zien we verschillen tussen de leerwegen van het vmbo en tussen vmbo-gt en havo wiskunde B.



Figuur 11: Bewerkte enquêteresultaten voor wiskundekennis

Bij wiskundekennis valt op dat in het vmbo merendeels kennis op C-niveau verwacht wordt, terwijl havo en mbo-4 techniek juist meer formele wiskundekennis wordt verwacht.

In de examens van de beroepsgerichte profielvakken komen opgaven voor van niveau D voor beheersing van basisprocedures en voor wiskundig inzicht. Het betreft hier met name procentberekeningen met behulp van Excel. Hier moeten leerlingen in een cel een formule invullen voor een procentberekening en bovendien begrijpen dat een percentage in een cel een representatie is van een 'deel van'. Omdat problemen in deze examens verder omvangrijk zijn, is een formeel niveau van probleemoplossen hier noodzakelijk; dit geldt ook voor het profiel Zorg & welzijn.

4. Conclusies

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk trekken we naar aanleiding van de onderzoeksresultaten enkele conclusies. Die bevatten een beschouwing over de mate waarin er sprake is van een aansluitingsproblemen tussen curricula, op welke aspecten er zich aansluitingsproblemen voordoen en eventuele nuanceringen daarbij.

Eén nuancering vooraf betreft de beheersingsniveaus. Bij een aantal gelegenheden waar we aan wiskundedocenten tussen- en voorlopige resultaten gepresenteerd hebben, merkten vmbo-docenten op dat beheersingsniveaus kunnen verschillen per profiel. Een leerling uit een technisch profiel die op het vmbo-examen hetzelfde cijfer heeft behaald als een leerling uit bijvoorbeeld een economisch profiel, kan volgens docenten toch wiskundevaardigheden op een hoger niveau beheersen dan de leerling met een economisch profiel.

4.2 Binnen het vmbo

De wiskundecurricula van de leerwegen verschillen logischerwijs van elkaar. De inhouden en de inhoudscomplexiteit van het curriculum van vmbo-kb ligt dichter bij die van de gemengde/theoretische leerweg dan bij die van de basisberoepsgerichte leerweg. Als we kijken naar de probleemcomplexiteit, dan zien we dat examenopgaven in de kaderberoepsgerichte leerweg wat vaker bijzondere kenmerken bevatten dan die in de andere leerwegen. De wiskundevaardigheden in de wiskundecurricula van de leerwegen en hun onderlinge aandeel in de examens verschillen weinig van elkaar. Wiskundedocenten in vmbo-kb verwachten verder ongeveer hetzelfde niveau van probleemoplossen dan in vmbo-bb. Bij de andere wiskundevaardigheden vertonen de beheersingsniveaus over de leerwegen een verwacht verloop.

4.3 Beroepsgerichte profielvakken

Tussen wiskunde en de beroepsgerichte profielvakken zijn er nauwelijks inhoudelijke verschillen. Ten opzichte van de wiskundecurricula kennen de beroepsgerichte profielvakken maar weinig wiskunde-inhoud. Ook kennen de examenopgaven van de profielvakken minder inhoudelijke complexiteit als bij wiskunde. Evenmin komen er wiskundevaardigheden aan bod die niet bij wiskunde voorkomen. Aanzienlijke verschillen echter doen zich voor in de complexiteit van probleemoplossingsopgaven bij de beroepsgerichte profielvakken, in het bijzonder met betrekking tot het aantal gegevens die nodig zijn om een probleem op te lossen, en ook in niveaus van wiskundig inzicht, van beheersing van basisprocedures en van probleemoplossen.

4.4 Naar het mbo

Als we de aansluiting tussen vmbo en mbo beschouwen, moeten we in het oog houden dat studenten na instroom in het mbo nog een aantal jaren onderwijs volgen om de doelen uit de mbo-curricula te realiseren. We zien tussen vmbo en de technische opleidingen in mbo-4 in min of meer dezelfde mate verschillen als tussen vmbo-gt en havo, maar of dat problematisch is, is maar de vraag. Er is geen sprake van aansluitingsproblemen als deze verschillen gedurende de mbo-opleiding overbrugbaar zijn. Uit een eerder onderzoek (Schmidt, 2015) blijkt dat het geval te zijn. Dat laat onverlet dat in hetzelfde onderzoek geraadpleegde mbo-docenten wensen hebben geuit over enkele aanvullingen in het wiskundecurriculum voor vmbo-gt.

Toch is hiermee niet alles gezegd. Door middel van de enquête hebben we inzicht gekregen in welke beheersingsniveaus bij *aanvang* van een technische mbo-opleiding van niveau 4 van studenten verwacht worden. En hier is enige reden tot zorg, met name ten aanzien van beheersing van basisprocedures en probleemoplossen en voor vmbo-kb ook ten aanzien van wiskundig inzicht.

De opgaven in het rekenexamen 3F hebben in het mbo een hogere probleemcomplexiteit dan de probleemoplossingsopgaven wiskunde in de vmbo-examens, ook voor wat betreft bijzondere probleemkenmerken, maar het mbo heeft een aantal jaren de tijd om hieraan te werken.

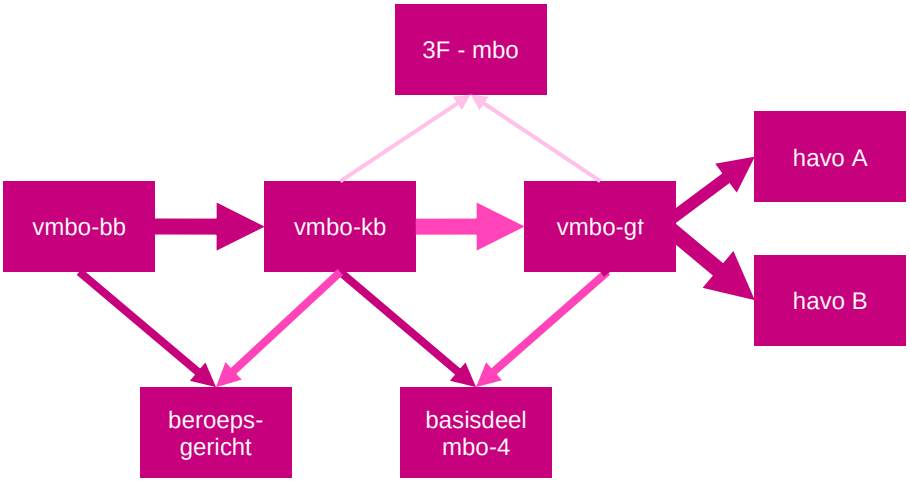
4.5 Naar de havo

Dat er sprake is van een serieus aansluitingsprobleem tussen de gemende en theoretische leerweg en havo verrast niet. Op bijna alle aspecten treden er verschillen aan het licht. Het onderbouwcurriculum havo kent een aantal onderwerpen die geen deel uitmaken van de wiskunde-examens. Bij problemen moeten leerlingen in de onderbouw gemiddeld meer wiskunde gebruiken om ze op te lossen. Leerlingen moeten vaker wiskundige formalismen hanteren dan in het vmbo en de beheersingsniveaus die wiskundedocenten havo-4 van hun instromende leerlingen verwachten liggen meestal hoger dan die van gt-leerlingen. Uitzondering vormt het verschil in inhoudelijke complexiteit van de gemeenschappelijke onderwerpen van de onderbouw van havo en vmbo-gt. De examenonderwerpen van vmbo-gt kennen nagenoeg dezelfde complexiteit als de overeenkomstige onderwerpen in de onderbouw van havo.

Het probleem in de aansluiting met wiskunde A is iets kleiner dan met wiskunde B. De verschillen zitten vooral in beheersing van wiskundevaardigheden. Bij wiskunde A lijkt een lager beheersingsniveau voor probleemoplossen, modelleren, logisch redeneren en wiskundig inzicht verwacht te worden dan bij wiskunde B.

4.6 Samenvatting

In de onderstaande figuur zijn bovenstaande conclusies in beeld gebracht. De ernst van een aansluitingsprobleem blijkt uit de kleurstelling en de dikte van de pijlen; hoe donkerder, hoe ernstiger en hoe dikker, op des te meer aspecten zich aansluitingsproblemen voordoen.



Figuur 12: Samenvatting van de conclusies

Noot 1:Hoe donkerder de pijl, des te ernstiger zijn de aansluitingsproblemen

Noot 2: Hoe dikker de pijl, op des te meer aspecten is sprake van een aansluitingsprobleem

4.7 Vervolgstappen

Dit onderzoek beoogt inzicht te geven in de ernst en de aard van aansluitingsproblemen. Een voor de hand liggende vervolgstap is om oplossingen te vinden en implementeren. Als vervolg op dit onderzoek vinden er in het voorjaar van 2019 drie regionale bijeenkomsten plaats onder auspiciën van SLO in samenwerking met de NVvW. Voor deze bijeenkomsten worden vmbo- en mbo-docenten uitgenodigd om kennis te nemen van de bevindingen van dit onderzoek en suggesties en ideeën te verzamelen voor oplossingen.

Literatuur

College voor Toetsen en Examens. (2015). *Syllabus rekenen 2F en 3F*. Utrecht: College voor Toetsen en Examens.

Freudenthal Instituut. (z.j.). Freudenthal Collectie: Lesmateriaal po – vo – mbo – ho. Geraadpleegd op 27 november 2018, van https://www.uu.nl/onderzoek/freudenthal-instituut/onderwijs/leermiddelen.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2007). *Examenprogramma wiskunde vmbo*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren, werkgroep MBO – HBO. (z.j.). *Basisdeel Wiskunde voor het technisch mbo niveau 4.* Geraadpleegd op 27 november 2018, van https://nvvw.nl/werkgroepen/werkgroep-mbo-hbo/publicaties-mbo-hbo/.

Schmidt, V. (2015). *Goed voorbereid verder met wiskunde: Verrijking van het leerplan wiskunde voor een betere aansluiting vmbo-tl - vervolgonderwijs.* Enschede: SLO.

SLO. (2012). *Concept-tussendoelen kernvakken onderbouw vo.* Geraadpleegd op 27 november 2018, van http://www.slo.nl/voortgezet/onderbouw/nieuws/00046/

Bijlage A: In- en doorstroomcijfers

In onderstaande tabellen staat hoe de instroom in het mbo in 2017 is samengesteld en waarheen de vmbo-leerlingen in 2017 zijn doorgestroomd.

Tabel 3: samenstelling instroom mbo (2017)

mbo-niveau	**1**	**2**	**3**	**4**
vbo diploma	0,1%	0,6%	1,1%	0,3%
vmbo basisberoepsgerichte leerweg	0,1%	62,7%	3,4%	0,2%
vmbo kaderberoepsgerichte leerweg	0,0%	8,8%	53,0%	18,6%
vmbo gemengde leerweg	0,0%	0,6%	3,5%	7,7%
vmbo theoretische leerweg / mavo	0,3%	3,5%	16,0%	54,6%
vmbo ongediplomeerd	70,4%	12,3%	2,3%	1,3%
havo	0,0%	0,9%	3,2%	6,9%
havo ongediplomeerd	0,2%	0,4%	1,3%	5,1%
vwo	0,0%	0,2%	0,5%	0,4%
vwo ongediplomeerd	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
vooropleiding onbekend	28,9%	9,9%	15,6%	4,5%
Totaal	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**

Tabel 4: doorstroom vmbo-leerlingen naar mbo-niveau (2017)

doorstroomrichting	**mbo-1**	**mbo-2**	**mbo-3**	**mbo-4**	**havo**	**Totaal**
vmbo basisberoepsgerichte leerweg	0,1%	94,9%	4,3%	0,8%		**100,0%**
vmbo kaderberoepsgerichte leerweg	0,0%	9,5%	46,7%	43,8%		**100,0%**
vmbo gemengde leerweg	0,0%	3,0%	13,6%	80,2%	3,2%	**100,0%**
vmbo theoretische leerweg / mavo	0,1%	2,1%	7,9%	72,3%	17,6%	**100,0%**

Tabel 5: doorstroom vmbo-leerlingen naar sectoren in mbo-niveau 4 (2017)

	vmbo-kb	**vmbo-gl**	**vmbo-tl**
Afbouw, hout en onderhoud	1,0%	0,2%	0,9%
Ambacht, laboratorium en gezondheidstechniek	2,8%	0,9%	3,2%
Bouw en infra	2,9%	3,1%	2,7%
Economie en administratie	14,3%	2,6%	14,2%
Handel en ondernemerschap	9,7%	13,5%	9,2%
Horeca en bakkerij	5,5%	9,3%	5,2%
Informatie en communicatietechnologie	5,6%	4,8%	5,8%
Media en vormgeving	6,7%	5,5%	6,3%

Mobiliteit en voertuigen	3,1%	6,3%	3,1%
Techniek en procesindustrie	8,8%	3,3%	8,9%
Toerisme en recreatie	2,2%	8,0%	2,1%
Transport, scheepvaart en logistiek	4,1%	2,0%	5,0%
Uiterlijke verzorging	2,5%	4,2%	2,7%

Bijlage B: wiskundevaardigheden

In het onderstaande overzicht staat een omschrijving van elk van de wiskundevaardigheden die in dit onderzoek betrokken zijn.

Probleemoplossen en basisprocedures
Een probleem is een taak of opdracht met één of meer oplossingen. Een probleem onderscheidt zich van een routinetaak door dat de oplosser moet nadenken hoe hij het probleem kan oplossen. Over hoe een routinetaak uitgevoerd moet worden, hoeft een leerling niet na te denken. Hij kan in dit geval een basisprocedure toepassen.

Modelleren
Een wiskundig model is een weergave van een situatie met gebruikmaking van wiskundige formalismen. Wiskundige formalismen zijn onder andere formules en vergelijkingen, maar een getallenlijn kan in zekere zin ook als een wiskundig formalisme beschouwd worden. Modelleren is het opstellen van een wiskundig model voor een bepaalde situatie.
N.B. Andere leergebieden kennen ook modellen. Denk aan modellen voor atomen, voor licht of voor prijsvorming op een markt met veel producenten. Aan de hand van deze modellen kunnen verschijnselen worden verklaard en in kwalitatieve zin voorspellingen gedaan wordt. Dergelijke modellen worden conceptuele modellen genoemd en zijn geen wiskundige modellen.

Logisch redeneren
Een logische redenering bestaat uit redeneerstappen aan de hand waarvan een bewering gestaafd of weerlegd of plausibel gemaakt kan worden. De redeneerstappen kunnen logisch van karakter zijn ('Uit A volgt B'), maar ook van statistische aard zijn ('De kans dat dit klopt is 95%').

Wiskundig inzicht
Iemand die beschikt over wiskundig inzicht kan denken in termen reken- en wiskundige objecten zoals getal, verhouding, breuk, driehoek en kans zonder dat er sprake is van een concrete situatie. Hij kan uit soortgelijke concrete situaties het gemeenschappelijke generaliseren tot reken- en wiskundige objecten. Hij kan redeneren over en met reken- en wiskundige objecten. Hij kan object en representaties van het object van elkaar onderscheiden en kent vaak meer dan één representatie.

Wiskundekennis
Wiskundekennis heeft betrekking op kennis van wiskundefeiten, zoals vermenigvuldigingstafels, de hoeksomeigenschap van driehoeken, de stelling van Pythagoras en herleidingsregels voor expressies. Ook kennis en correct gebruik van namen, symbolen en begrippen worden tot wiskundekennis gerekend. Ten slotte beschouwen we paraatheid van het bovenstaande én van basisprocedures tot wiskundekennis.

Hanteren van wiskundige formalismen
Het betreft hier inzicht in de structuur van formules, variabelen, meetkundige symbolen, enzovoorts. Voorbeelden van het hanteren van dergelijke formalismen zijn het duiden van formules en grafieken en het interpreteren van meetkundige symbolen.

Bijlage C: Beschrijvingskader wiskunde-inhouden en complexiteitsniveaus

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
Getallen en variabelen						
Gehele getallen	waarden	1 = positief < 20	2 = positief < 100	3 = positief < 1000	4 = positief zonder bovengrens	5 = negatief
	radix	1 = tientallig	2 = binair	3 = andere radices	4 = verschillende radices	
	getaleigenschappen	1 = even en oneven	2 = veelvouden	3 = delers en deelbaarheid		
	bewerkingen met negatieve getallen	1 = negatief ± positief	2 = optellen en aftrekken	3 = negatief x positief of negatief : positief	4 = vermenigvuldigen en delen	5 = andere bewerkingen
Decimale getallen	aantal decimalen	1 = één of twee	2 = ander aantal	3 = oneindig veel met regelmaat	4 = oneindig veel zonder regelmaat	
Breuken	aard	1 = stambreuken met noemer 2, 4, 5 of 10	2 = alle breuken met noemers 2, 4, 5 of 10	3 = alle noemers	4 = met variabelen	
	samenstelling	1 = enkelvoudige breuken	2 = samengestelde breuken			
	optellen en aftrekken	1 = noemers zijn gelijk	2 = de ene noemer is veelvoud van de ander	3 = ggd(beide noemers) = 1	4 = ggd(beide noemers) > 1, maar kleiner dan beide noemers	
	vermenigvuldigen	1 = geheel getal x breuk	2 = breuk x geheel getal	3 = breuk x breuk		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	delen	1 = breuk : geheel getal	2 = geheel getal : stambreuk	3 = getal : enkelvoudige breuk	4 = getal : samengestelde breuk	
	specifieke bewerkingen	1 = deel van een geheel nemen	2 = vereenvoudigen en compliceren	3 = een breuk als samengestelde breuk schrijven		
Grote en kleine getallen	weergave	1 = in cijfers uitgeschreven	2 = met 'miljoen' en 'miljard'	3 = wetenschappelijke notatie (grote getallen)	4 = wetenschappelijke notatie (kleine getallen)	
Irrationale getallen	gebruik	1 = met rekenmachine berekenen/benaderen	2 = exact mee rekenen			
Complexe getallen	weergave	1 = één verschijningsvorm	2 = twee verschijningsvormen	3 = in formules		
Machten	exponenten	1 = geheeltallig	2 = gebroken met teller 1	3 = gebroken met alle tellers		
	positief/negatief	1 = positief	2 = negatief			
	bewerkingen	1 = uitrekenen	2 = als wortel schrijven en omgekeerd			
Wortels	exponenten	1 = tweedemachts wortels	2 = hogeremachts wortels			
	bewerkingen	1 = uitrekenen	2 = optellen en aftrekken	3 = vermenigvuldigen en delen	4 = herleiden	
Logaritmen	gebruik	1 = in berekeningen	2 = in formules en eigenschappen	3 = logaritmische verbanden		
	grondtal	1 = grondtal is groter dan 1 en geheeltallig	2 = grondtal is gebroken	3 = grondtal is gelijk aan e		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
Basisbewerkingen	soort	1 = optellen	2 = aftrekken	3 = vermenigvuldigen	4 = delen	5 = andere bewerkingen
	afronden	1 = op een geheel getal	2 = op een tien-, honderd-, ...tal	3 = op één of twee decimalen	4 = op een ander aantal decimalen	
	schatten	1 = afrondingen liggen voor de hand	2 = één getal kan worden afgerond	3 = schatten is niet zinvol		
	aantal	1 = één	2 = meer dan één van dezelfde soort	3 = meer dan één van verschillende soort	4 = met haakjes	
	uitkomsten	1 = geheel getal	2 = geheel getal met rest	3 = gebroken getal		
Letterrekenen: gelijksoortige termen	termen	1 = $px + qx$	2 = $px + qy + rx + sy$	3 = $pxy + qz + rzy + sz$		
Letterrekenen: haakjes	complexiteit	1 = $c(x + y)$ met $c > 0$	2 = $c(x + y)$ met $c < 0$	3 = $cz(x + y)$	4 = $a(x + b)(x + c)$	5 = $x^2 - y^2$
	bewerkingen	1 = haakjes wegwerken	2 = ontbinden in factoren			
Letterrekenen: machten	exponenten	1 = alle exponenten > 1 en geheeltallig	2 = een of meer exponenten is gelijk aan 1	3 = ook negatieve exponenten, wel geheeltallig	4 = gebroken exponenten	
Tellen	aard	1 = permutaties	2 = combinaties	3 = variaties		
Verhoudingen						
Verhoudingssituaties	karakter	1 = evident	2 = versluierd	3 = misleidend		
Procenten	percentages	1 = ronde percentages	2 = geheeltallige percentages	3 = gebroken percentages		
	100%-grens	1 = 100% of lager	2 = meer dan 100%			
	weergave	1 = met %-teken	2 = met decimaal getal			

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	bewerkingen	1 = hoeveel is ...% van ...?	2 = hoeveel procent is ... van ...?	3 = berekening toe- of afname	4 = toe- of afname terugrekenen	
Samengestelde grootheden	aantal betrokken grootheden	1 = twee	2 = twee, die meer dan eens kunnen voorkomen	3 = meer dan twee grootheden		
	aard	1 = op basis van een deling	2 = op basis van een vermenigvuldiging	3 = combinatie van beide		
	bewerkingen	1 = waarde samengestelde grootheid berekenen	2 = waarde onderliggende grootheid berekenen			
Schaal	schaalgetal	1 = 1 op *n* met *n* een rond getal ≤ 1000	2 = 1 op *n* met *n* een rond groot getal	3 = 1 op *n* met *n* alles	4 = *m* op *n*	
	bewerkingen	1 = afmeting in werkelijkheid berekenen	2 = afmeting in schaalmodel berekenen	3 = schaal bepalen	4 = een schaalverhouding omrekenen	
	weergave	1 = schaallijn	2 = formele notatie			
Meten						
Referentiematen	herkomst	1 = huis, tuin en keuken	2 = vereist algemene kennis	3 = specifieke (beroeps)context		
Schatten	maat	1 = afmetingen en lengten	2 = oppervlakten	3 = inhouden		
	aard figuren	1 = figuren met rechte hoeken	2 = figuren met andere hoeken	3 = figuren met rondingen		
Maten	samenstelling	1 = metrisch	2 = tijd	3 = anderszins		
	voorkomen	1 = veelvoorkomend	2 = specifiek voor een bepaalde context			
Voorvoegsels	voorkomen	1 = veelvoorkomend, zoals m, c, k, mega, giga	2 = voor zover in een context relevant is	3 = overig, zoals deca		
Maten omrekenen	omrekenrichting	1 = van groot naar klein	2 = van klein naar groot			

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	aantal stappen	1 = één stap	2 = meer dan één stap			
	maat	1 = lengte of omtrek	2 = oppervlakte	3 = inhoud		
	aard meeteenheden	1 = enkelvoudig	2 = samengesteld			
Meetinstrumenten	herkomst	1 = voor dagelijks gebruik	2 = voor specifieke contexten	3 = exotisch		
	aard	1 = digitaal óf analoog	2 = digitaal én analoog			
	nulpunt meetlat	1 = valt samen met de rand van de meetlat	2 = valt niet samen met de rand van de meetlat			
	interpolatie	1 = meetwaarde kan exact afgelezen worden	2 = meetwaarde moet van secundaire schaal gelezen worden	3 = meetwaarde moet zonder secundaire schaal bepaald worden		
	extrapolatie	1 = meetinstrument is groot genoeg	2 = meetinstrument is te klein			
	hoekmeetinstrument	1 = koershoekmeter	2 = geodriehoek			
Meetkunde						
Lengten en afstanden	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
	bepalingswijze	1 = elementaire berekeningen	2 = stelling van Pythagoras	3 = goniometrische verhoudingen	4 = sinus- en cosinusregel	5 = inproduct van twee vectoren
Omtrek, oppervlakte en inhoud	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
	figuren	1 = met alleen rechte zijden of vlakken	2 = cirkel, bol, cilinder	3 = andere figuren met rondingen		
	hoeken in rechte figuren	1 = alle hoeken zijn recht	2 = alleen scherpe hoeken	3 = ook met stompe hoeken		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	aard	1 = standaardfiguur	2 = samengestelde figuur			
	formules	1 = zijn gegeven bij de opgave	2 = zijn gegeven op een formuleblad	3 = zijn niet gegeven		
Hoeken bepalen	aard	1 = alleen scherpe hoeken	2 = ook stompe hoeken	3 = ook hoeken > 180 graden		
	bepalingswijze	1 = door middel van meting	2= aan de hand van eigenschappen van hoeken	3 = aan de hand van eigenschappen van veelhoeken	4 = met behulp van goniometrie	5 = aan de hand van andere meetkundige eigenschappen
Zwaartepunt	bepalingswijze	1 = met behulp van meetkundige eigenschappen	2 = met behulp van vectoren			
Coördinaten	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
	aard	1 = Cartesisch	2 = koershoek + afstand	3 = andere coördinatenstelsels		
Tekenen en construeren	tekenwijze	1 = een schets volstaat	2 = met gebruik van teken- en meetinstrumenten	3 = meetkundige constructie		
	aard	1 = één kijklijn	2 = twee kijklijnen	3 = plaatsbepaling		
2D-representaties	aard figuren	1 = met alleen rechte hoeken	2 = met andere hoeken	3 = met ronde vormen		
	soort	1 = doorsneden en aanzichten	2 = uitslagen	3 = projecties zonder perspectief	4 = projecties met perspectief	
	bewerkingen	1 = een 2D-representatie tekenen van een 3D-object	2 = uit 2D-respresentaties een 3D-object construeren			
Symmetrie	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
	soort	1 = lijnsymmetrie	2 = puntsymmetrie	3 = draaisymmetrie		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
Goniometrie	gebruik	1 = om mee te rekenen	2 = kunnen in formules voorkomen	3 = periodieke verbanden		
Gelijkvormigheid	grootheden	1 = afmetingen van vergrote figuren	2 = afmetingen van verkleinde figuren	3 = oppervlakte en inhoud		
	bewerkingen	1 = afmetingen, oppervlakte en inhoud bepalen	2 = vergrotingsfactor bepalen	3 = verkleiningsfactor bepalen		
Vectoren	dynamiek	1 = statisch	2 = dynamisch			
	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
	bewerkingen	1 = optellen	2 = vermenigvuldigen met scalar	3 = aftrekken	4 = ontbinden	5 = in- en/of uitproduct bepalen
Analytische weergave	weergave	1 = vergelijking	2 = vector- of parametervoorstelling			
	figuren	1 = rechte lijnen en platte vlakken	2 = cirkels en bollen	3 = kwadratische vormen	4 = andere vormen	
	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
Raaklijnen en -vlakken	vorm waaraan	1 = cirkel	2 = andere kwadratische vorm	3 = andere vormen		
	dimensie	1 = tweedimensionaal	2 = driedimensionaal			
Verbanden en formules						
Grafieken	schaalverdeling	1 = langs beide assen gelijk	2 = verschillen van elkaar	3 = afwijkende schaalverdeling		
	nulpunt schaalverdeling	1 = valt samen met oorsprong	2 = ontbreekt	3 = as bevat zaagsnede		
	beschikbaarheid assenstelsel	1 = is gegeven	2 = is deels gegeven	3 = ontbreekt		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	aantal assen	1 = twee assen	2 = meer dan twee assen, maar wel 2D	3 = driedimensionaal	4 = bijzondere grafieken	
	verloop	1 = monotoon stijgend of dalend	2 = met één maximum of minimum	3 = meer dan één maximum en/of minimum		
	bewerkingen	1 = aflezen	2 = schetsen	3 = tekenen	4 = duiden	
Formules	weergave variabelen	1 = in woorden	2 = met betekenisvolle letters	3 = met willekeurige letters		
	aantal variabelen	1 = twee	2 = meer dan twee			
	weergave formule	1 = expliciet	2 = impliciet			
	parameters en constanten	1 = formule kent uitsluitend variabelen	2 = formule kent ook benoemde constanten en parameters			
	substitueren	1 = voor een variabele een waarde invullen	2 = een variabele door een expressie vervangen	3 = een expressie door een variabele vervangen		
	bewerkingen in de formule	1 = optellen, aftrekken en vermenigvuldigen	2 = delingen, al dan niet met deelstreep	3 = andere bewerkingen		
	herleidingsregels	1: uit $A + B = C$ volgt $B = A - C$	2: uit $A = B \times C$ volgt $B = A / C$	3: uit $A = B / C$ volgt $B = A \times C$ en $C = B / A$		
	bewerkingen	1 = gebruiken in berekeningen	2 = duiden			
Domein	beperkingen	1 = niet aanwezig	2 = als gevolg van een situatie	3 = om wiskundige redenen		
Tabellen	bovenste rij	1 = bevat 0, 1, 2, enzovoorts	2 = bevat 0 en getallen in een bepaalde regelmaat	3 = bevat getallen in een bepaalde regelmaat, maar geen 0	4 = bevat getallen zonder regelmaat	

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
	beschikbaarheid	1 = bovenste rij is gegeven	2 = bovenste rij is deels gegeven	3 = er is niets gegeven		
	regelmaat	1 = gelijkmatig	2 = exponentieel	3 = kwadatrisch	4 = anders	
	inter- en extrapoleren	1 = punt ligt precies tussen twee tabelwaarden	2 = punt ligt niet tussen twee tabelwaarden	3 = extrapoleren		
Verbanden bewerken	samenstellen	1 = som- en verschil	2 = product en quotiënt	3 = samengesteld verband	4 = invers verband	
	verschuiven/vervormen	1 = verticaal verschuiven	2 = vermenigvuldigen t.o.v. horizontale as	3 = horizontaal verschuiven	4 = vermenigvuldigen t.o.v. verticale as	
Asymptotisch gedrag	aard	1 = horizontale asymptoot	2 = scheve asymptoot	3 = andersoortig asymptotisch gedrag		
Singulariteiten	aard	1 = verticale asymptoot	2 = perforatie			
Limieten	bepalingswijze	1 = invullen	2 = factor uitdelen	3 = standaardlimieten of de stelling van De L'Hôpital	4 = beschouwing over snel en langzaam groeien	
Extremen	bepalingswijze	1 = aflezen of met grafische rekenmachine	2 = met specifieke methoden	3 = met behulp van differentiaalrekening		
Lineaire verbanden $y = ax + b$	aard	1: $a > 0$ en $b = 0$	2: $a > 0$ en $b \neq 0$	3: $a < 0$ en $b > 0$	4: $a < 0$ en $b < 0$	
	weergave	1 = in de vorm $y = ax + b$	2 = met horizontale deelstreep	3 = in de vorm $px + qy = r$		
Machtsverbanden $y = ax^n + b$	aard	1: $n = 2$, $a = 1$	2: $n = 2$, $a \neq 1$	3: $n = 3$	4: n is iets anders > 0	5 = n is negatief
	exponent	1 = geheeltallig	2 = gebroken			
Exponentiële verbanden $y = ag^x + b$	aard	1: $g > 1$, $a = 1$, $b = 0$	2: $g > 1$, $a \neq 1$, $b = 0$	3: $g > 1$, $a \neq 1$, $b \neq 0$	4: $0 < g < 1$	5: $g = e$

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
Kwadratische verbanden ***y = ax² + bx + c***	aard	1: $a = 1$	2: $a > 0$	3: $a < 0$		
	weergave	1: $ax^2 + bx + c$	2: $a(px + q)^2 + r$ of $a(x + b)(x + c)$	3: $a(px + q)^2 + r$ en $a(x + b)(x + c)$		
	weergaven omvormen	1 = door middel van haakjes wegwerken	2 = door middel van ontbinden in factoren	3 = door middel van kwadraat afsplitsen		
Gebroken verbanden	aard	1 = teller is constant, noemer is *x*	2 = teller is constant, noemer is lineair	3 = teller en noemer zijn lineair	4 = teller en noemer zijn iets anders	
Wortelverbanden ***y = a√... + b***	aard	1 = onder √ staat *x* en *b* is gelijk aan 0	2 = onder √ staat *x* en *b* is ongelijk aan 0	3 = onder √ staat een lineaire expressie	4 = onder √ staat iets anders	
Logaritmische verbanden ***y = ᵍlog ... + b***	aard	1 = achter log staat *x* en *b* is gelijk aan 0	2 = achter log staat *x* en *b* is ongelijk aan 0	3 = achter log staat een lineaire expressie	4 = achter log staat iets anders	
Periodieke verbanden	weergave	1 = door middel van grafiek of tabel	2 = door middel van een formule			
	karakteristieken	1 = amplitude	2 = frequentie	3 = faseverschillen		
Vergelijkingen	vorm	1 = rechterlid van de vergelijking is 0	2 = rechterlid van de vergelijking is een constante	3 = rechterlid van de vergelijking is een expressie		
	oplossingswijze	1 = inklemmen	2 = exact en/of een andere benaderingsmethode			
	exacte oplossing	1 = bij lineaire vergelijkingen	2 = bij kwadratische vergelijkingen	3 = bij machtsvergelijkingen	4 = bij wortel- en gebroken vergelijkingen	5 = bij andere vergelijkingen
	basisoplossings-strategie	1 = inverse berekeningen toepassen	2 = onbekende isoleren en inverse berekeningen	3 = uit $A \times B = 0$ volgt $A = 0$ of $B = 0$	4 = anderszins	
	aantal variabelen	1 = twee	2 = drie	3 = meer dan drie		

Onderwerp	*Complexiteitskenmerk*	*Complexiteitsniveaus*				
Stelsels vergelijkingen	oplossingswijze	1 = eliminatie van onbekenden	2 = schoonvegen	3 = inverteren	4 = regel van Cramer of andere methoden	5 = numerieke methoden
Ongelijkheden	vorm	1 = rechterlid van de ongelijkheid is 0	2 = rechterlid van de ongelijkheid is een constante	3 = rechterlid van de ongelijkheid is een expressie		

Bijlage D: Enquête beheersingsniveaus

De leerling Anne

vmbo-bb	wiskunde	Anne zit in de vierde klas van de basisberoepsgerichte leerweg van het vmbo. Hij heeft een economisch profiel gevolgd. Hij heeft alle schoolexamentoetsen wiskunde gedaan en gemiddeld een 5,8 gehaald. Hij moet nu centraal examen doen. U verwacht dat hij op het centraal examen een 6 haalt.
vmbo-kb	wiskunde	Anne zit in de vierde klas van de kaderberoepsgerichte leerweg van het vmbo. Hij heeft een economisch profiel gevolgd. Hij heeft alle schoolexamentoetsen wiskunde gedaan en gemiddeld een 5,8 gehaald. Hij moet nu centraal examen doen. U verwacht dat hij op het centraal examen een 6 haalt.
vmbo-tl	wiskunde	Anne zit in de vierde klas van de theoretische leerweg van het vmbo. Hij heeft alle schoolexamentoetsen wiskunde gedaan en gemiddeld een 5,8 gehaald. Hij moet nu centraal examen doen. U verwacht dat hij op het centraal examen een 6 haalt.
havo	wiskunde A	Anne komt in de vierde klas van de havo. Hij heeft in de derde klas van de havo een zes voor wiskunde gehaald en heeft het profiel Economie & maatschappij gekozen. Hij gaat daarom wiskunde A volgen.
havo	wiskunde B	Anne komt in de vierde klas van de havo. Hij heeft in de derde klas van de havo een zeven voor wiskunde gehaald en heeft het profiel Natuur & techniek gekozen. Hij gaat daarom wiskunde B volgen.
mbo-4	wiskunde	Anne gaat een technische opleiding op niveau 4 van het middelbaar beroepsonderwijs doen. Hij heeft examen gedaan in de kaderberoepsgerichte leerweg van het vmbo en heeft gemiddeld een 6,8 gehaald op alle examenvakken. Wiskunde maakte deel uit van zijn examenvakken. Op zijn mbo-opleiding wordt wiskunde gegeven volgens het Basisdeel Wiskunde voor technische opleidingen.
mbo-4	ander vak	Anne gaat een technische opleiding op niveau 4 van het middelbaar beroepsonderwijs doen. Hij heeft examen gedaan in de kaderberoepsgerichte leerweg van het vmbo en heeft gemiddeld een 6,8 gehaald op alle examenvakken. Wiskunde maakte deel uit van zijn examenvakken.

1. Anne moet iets uitrekenen als 35% van € 50,00. Wat wilt u dat hij doet?

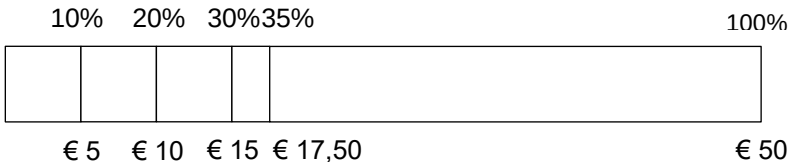
Wiskundige vaardigheid = beheersing van basisprocedures
Domein = verhoudingen
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan Anne niet uitrekenen.

1) Hij neemt honderd munten van vijftig eurocent. Elke munt staat voor 1%. Hij telt 35 munten uit en komt zo op € 17,50 uit.
Niveau A

2) Anne tekent schematisch tien briefjes van vijf euro. Elk briefje is 10% van € 50,00. Hij telt er drie af en neemt vervolgens de helft van het vierde briefje.
Niveau B

3) Anne tekent een strook of een verhoudingstabel zoals in de onderstaande figuren.
Niveau C



bedrag	€ 50	€ 0,50	€ 17,50
procenten	100%	1%	35%

4) Anne berekent 0,35 x € 50,00.
Niveau D

2. Welke opgaven over procenten moet Anne kunnen maken?

Wiskundige vaardigheid = wiskundig inzicht
Domein = verhoudingen
Aantal antwoorden = > 1

0) Anne kan geen opgaven over procenten maken.

1) Hoeveel is 35% van € 50,00?
Niveau A

2) Hoeveel procent is € 17,50 van € 50,00?
Niveau B

3) 35% van welk bedrag is € 17,50?
Niveau B

4) Hoeveel procent is 70% van 80% van een geldbedrag?
Niveau C

5) Schrijf 35% als een decimaal getal.
Niveau C

6) 2 van de 5 Nederlanders draagt een bril. Hoeveel procent is dat?
Niveau C

7) Maak een formule waarmee je kunt uitrekenen hoeveel procent iets van iets is.
Niveau D

3. Als u Anne vraagt iets te vertellen over driehoeken, hun kenmerken en hun eigenschappen, wat wilt u dat hij vertelt?

Wiskundige vaardigheid = wiskundig inzicht
Domein = meetkunde
Aantal antwoorden = > 1

0) Anne weet niet wat een driehoek is.

1) Hij tekent een of meer voorbeelden.
Niveau A

2) Hij zegt dat een driehoek bestaat uit drie rechte lijn(stukk)en die met elkaar verbonden zijn. Hij noemt ook de hoeksomeigenschap voor driehoeken. Hij maakt onderscheid tussen verschillende soorten driehoeken.
Niveau B

3) Hij zegt dat twee driehoeken die gelijke zijden hebben, maar anders in het platte vlak staan (gedraaid, gespiegeld, verschoven, …), eigenlijk gelijk zijn ('congruentie').
Niveau C

4) Hij zegt dat een driehoek een *n*-hoek is met *n* = 3. Als hem dat gevraagd wordt, leidt hij de hoeksomeigenschap voor andere veelhoeken af uit de hoeksomeigenschap voor de driehoek.
Niveau D

4. Hoe moet Anne volgens u de oppervlakte van een driehoek kunnen berekenen?

Wiskundige vaardigheid = beheersing van basisprocedures
Domein = meetkunde
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan Anne niet.

1) Hij knipt de driehoek uit, bedekt hem zo goed als dat gaat met concrete vierkanten van 1 bij 1 en telt het aantal vierkanten.
Niveau A

2) Hij tekent de driehoek op schaal op ruitjespapier en telt zo goed als dat gaat hoeveel ruitjes er in de driehoek zitten.
Niveau B

3) Hij vult de driehoek aan tot een rechthoek en berekent aan de hand daarvan zijn oppervlakte.
Niveau C

4) Hij gebruikt een oppervlakteformule.
Niveau D

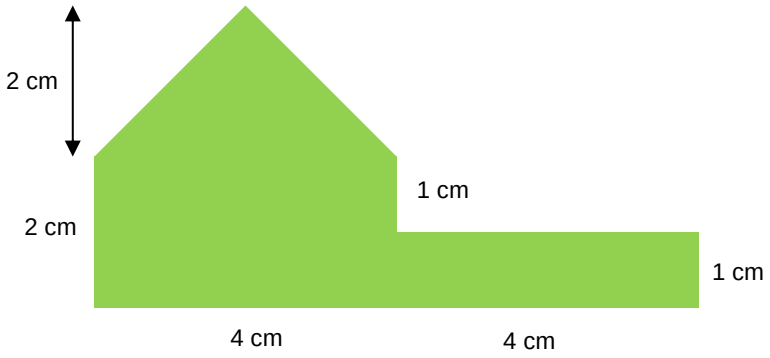
5. Welke oppervlakteopgaven moet Anne volgens u kunnen maken?

Wiskundige vaardigheid = wiskundig inzicht
Domein = meetkunde
Aantal antwoorden = > 1

0) Geen enkele

1) Bereken de oppervlakte van een bepaalde driehoek of rechthoek.
Niveau A

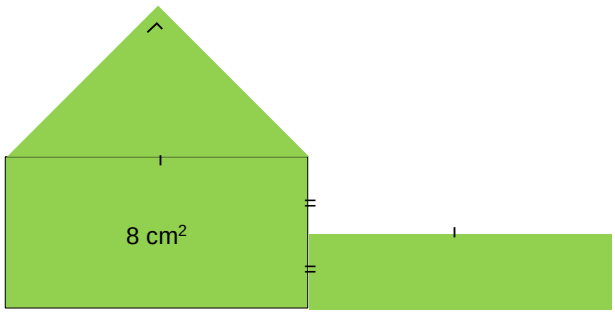
2) Bereken de oppervlakte van de onderstaande figuur.
Niveau B



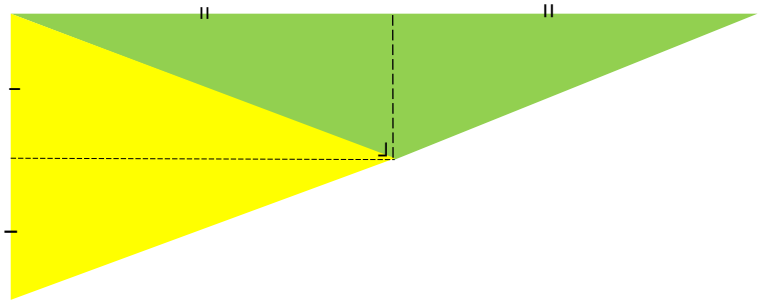
3) De oppervlakte van een rechthoek is 45 cm^2. Een van de zijden is 5 cm lang. Hoe lang is de andere zijde?
Niveau B

4) Met één blik matte lak kun je 40 m^2 beschilderen. Hoeveel blikken van deze lak zijn er nodig om een muur van 12 bij 20 meter te schilderen?
Niveau B

5) Bereken de oppervlakte van onderstaande figuur.
Niveau C

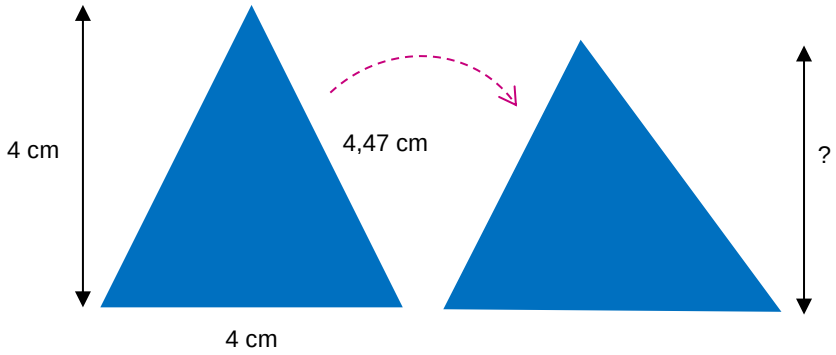


6) Van welke driehoek is de oppervlakte is het grootst? De groene of de gele?
Niveau C



7) Wanneer neemt de oppervlakte van een driehoek het meest toe: als hij twee keer zo hoog wordt of als hij twee keer zo breed wordt? Of maakt dat niet uit?
Niveau D

8) Bereken de hoogte van de gekantelde driehoek.
Niveau D



6. Welke opgaven over gemiddelden moet Anne volgens u kunnen maken?

Wiskundige vaardigheid = wiskundig inzicht
Domein = statistiek
Aantal antwoorden = > 1

0) Geen enkele

1) Bereken het rekenkundig gemiddelde van een aantal gehele getallen.
Niveau A

2) Welk cijfer moet je op het laatste proefwerk halen voor een voldoende op het rapport?
Niveau B

3) Bereken het gemiddelde van een aantal gegevens die in klassen van gelijke grootte zijn ingedeeld.
Niveau B

4) Als een aantal getallen met een vaste waarde verhoogd worden, wat gebeurt er dan met het gemiddelde van die getallen?
Niveau C

5) Bereken de som een aantal opeenvolgende gehele getallen met gebruikmaking van het gemiddelde van deze getallen.
Niveau D

6) Is de mediaan van een aantal getallen groter dan, kleiner dan of gelijk aan het rekenkundig gemiddelde? Of kun je daar niets over zeggen?
Niveau D

7. Een taxi kost € 5,00 per rit plus € 0,40 per kilometer. Teken een grafiek van de prijs van een taxirit. Hoe wilt u dat Anne deze grafiek tekent?

Wiskundige vaardigheid = beheersing van basisprocedures
Domein = verbanden
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan Anne niet.

1) Hij zet de grafiek kilometer voor kilometer uit. Als hij een rekenfout maakt, loopt de grafiek niet meer recht. Dat leidt er niet toe dat hij zich afvraagt of er iets fout gegaan is.
Niveau A

2) Hij maakt een tabel met de prijs voor tenminste vier ritafstanden en tekent aan de hand daarvan de grafiek. Als hij een rekenfout heeft gemaakt, vraagt hij zich af waarom de grafiek niet recht loopt.
Niveau B

3) Hij berekent van één ritafstand de prijs en trekt een rechte lijn tussen het snijpunt met de verticale as en het berekende punt.
Niveau C

4) Hij ziet dat het kilometertarief de helling van de grafiek is en gebruikt dat om de grafiek te tekenen.
Niveau D

8. Welke opgaven over lineaire formules en grafieken moet Anne volgens u kunnen maken?

Wiskundige vaardigheid = wiskundig inzicht
Domein = verbanden
Aantal antwoorden = > 1

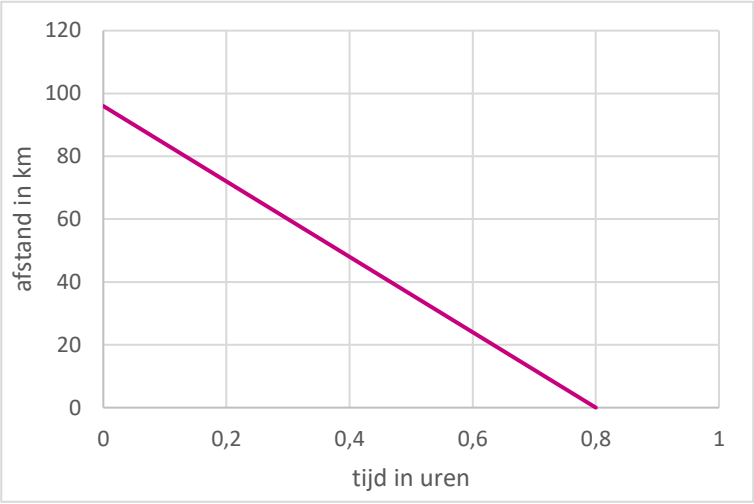
0) Geen enkele

1) Teken de grafiek bij een bepaalde lineaire formule.
Niveau A

2) Stel een formule op bij een lineaire grafiek.
Niveau B

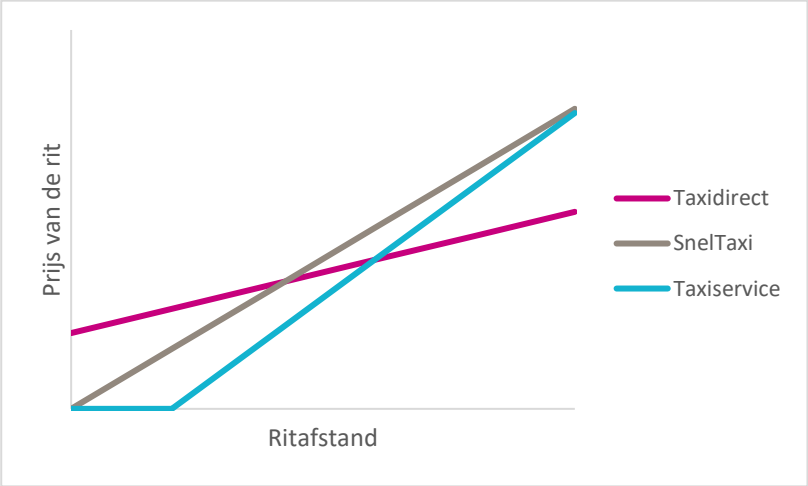
3) Stel de formule op bij een grafiek die evenwijdig loopt aan een gegeven grafiek.
Niveau C

4) In deze grafiek kun je zien hoe ver een trein van je af is. Hoe snel rijdt de trein?
Niveau C



5) Kan een gebogen grafiek ook een hellinggetal hebben?
Niveau D

6) Bij welke taximaatschappij geldt: als de ritafstand twee keer zo groot wordt, wordt de ritprijs ook twee keer zo groot?
Niveau D



9. Hoe heet het getal waaraan je kan zien hoe steil een lineaire grafiek loopt? Wat wilt u dat Anne antwoordt?

Wiskundige vaardigheid = (verwoording van) kennis
Domein = verbanden
Aantal antwoorden = 1

0) Dat weet Anne niet.

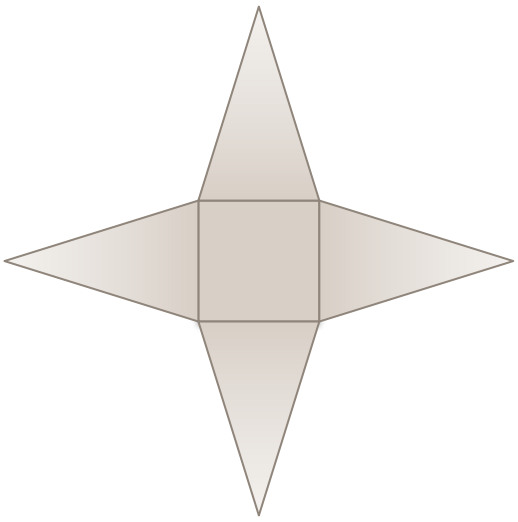
1) Hij tekent een lineaire grafiek en wijst de steilheid aan door middel van "één naar rechts en … omhoog".
Niveau A

2) Hij noemt dat het hellingspercentage.
Niveau B

3) Hij noemt dat het hellinggetal of stijggetal.
Niveau C

4) Hij noemt dat de richtingscoëfficiënt.
Niveau D

10. Anne wordt gevraagd van onderstaande figuur te bepalen wat dit voorstelt. "Dit is de … van een piramide". Wat wilt u dat Anne antwoordt?



Wiskundige vaardigheid = (verwoording van) kennis
Domein = meetkunde
Aantal antwoorden = 1

0) Dat weet Anne niet

1) Hij zegt iets over uitvouwen of plat slaan.
Niveau A

2) Hij spreekt van een Legotekening of een IKEA-handleiding of iets van die strekking.
Niveau B

3) Hij spreekt van een bouwplaat.
Niveau C

4) Hij noemt dat een uitslag van een piramide.
Niveau D

11. Hoe wilt u dat Anne de uitkomst van 6 x 12 bepaalt?

Wiskundige vaardigheid = (paraatheid van) kennis
Domein = getallen
Aantal antwoorden = 1

0) Anne kan dat niet bepalen.

1) Hij rekent dat op een of andere manier uit.

2) Hij herinnert zich dat hij kort geleden zes dozijn moest bepalen en weet de uitkomst nog.

3) Hij weet dat 6 x 10 = 60 en dat 6 x 12 dus gelijk is aan 60 + 12 = 72.

4) Hij kent de uitkomst uit het hoofd en kan die vlot en zonder te rekenen geven.

12. Als in een vermenigvuldiging van twee getallen beide twee keer zo groot worden, wordt de uitkomst vier keer zo groot. Anne moet dit beredeneren. Hoe wilt u dat zijn redenering luidt?

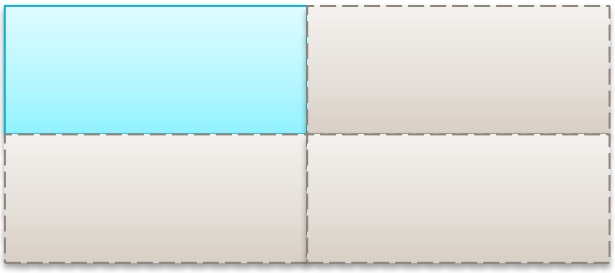
Wiskundige vaardigheid = logisch redeneren
Domein = getallen
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan hij niet.

1) Hij geeft een aantal getalsvoorbeelden.
Niveau A

2) Hij geeft een voorbeeld uit een context waaruit de eigenschap blijkt. Bijvoorbeeld: als je van een rechthoekige kamer beide afmetingen verdubbelt, heb je vier keer zoveel tapijt nodig.
Niveau B

3) Hij tekent een figuur zoals hieronder waaruit de eigenschap blijkt.
Niveau C



4) Zijn rederenering is van de volgende strekking: 2*a* x 2*b* = 2 x 2 x *a* x *b* = 4 x *a* x *b* = 4 x *ab*
Niveau D

13. Anne moet het volgende beredeneren: "Als een aantal getallen verhoogd wordt met 1, dan neemt het gemiddelde van deze getallen ook met 1 toe". Welke redenering wilt u van Anne zien?

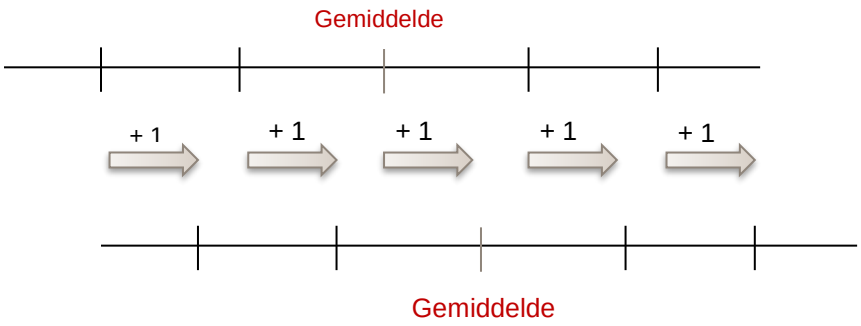
Wiskundige vaardigheid = logisch redeneren
Domein = statistiek
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan hij niet.

1) Hij geeft een getalsvoorbeeld.
Niveau A

2) Hij redeneert in de trant van: Als van een proefwerk alle cijfers met 1 punt opgewaardeerd worden, wordt het gemiddelde van de klas ook 1 hoger.
Niveau B

3) Hij maakt een plaatje zoals in de onderstaande figuur.
Niveau C



4) Hij redeneert in de volgende trant.
Niveau D

$$Gemiddelde = \frac{1}{n}(a_1 + a_2 + \cdots + a_n)$$
$$Nieuw\ gemiddelde = \frac{1}{n}(a_1 + 1 + a_2 + \cdots + a_n + 1) = \frac{1}{n}(a_1 + a_2 + \cdots + a_n + n)$$
$$= \frac{1}{n}(a_1 + a_2 + \cdots + a_n) + 1 = Gemiddelde + 1$$

14. Anne moet het volgende probleem oplossen: "Hoeveel blikken van 400 ml tomatensoep gaan er in een pan van 2 liter?" Hoe wilt u dat hij dit probleem oplost?

Wiskundige vaardigheid = probleemoplossen
Domein = meten
Aantal antwoorden = 1

0) Hij kan dit probleem niet oplossen.

1) Hij koopt een aantal blikken soep en neemt een pan van 2 liter. Hij doet de blikken een voor een in de pan totdat hij vol is en telt het aantal blikken.
Niveau A

2) Hij tekent twee blikken soep en zegt dat ze samen 800 ml bevatten. Dan tekent hij nog eens twee blikken, samen zit er 1600 ml in. Met nog een blik er bij kom je op 2000 ml = 2 liter uit.
Niveau B

3) Hij maakt een verhoudingstabel.
Niveau C

aantal blikken	1	5
soep	400 ml	2000 ml

4) Hij zegt dat 2 liter = 2000 ml en deelt dat door 400.
Niveau D

15. Een poos later moet Anne het volgende probleem oplossen: "Hoeveel suikerklontjes van 4,4 gram gaan er in een kilo suiker?" Wat wilt u dat hij doet?

Wiskundige vaardigheid = probleemoplossen
Domein = meten
Aantal antwoorden = 1

0) Hij kan dit probleem niet oplossen.

1) Hij lost het probleem op alsof het een nieuw probleem is.
Niveau A

2) Hij herkent het verband met het vorige probleem, bekijkt hoe hij die opgelost heeft en past dezelfde oplossingsstrategie toe.
Niveau B

3) Hij herkent dat beide problemen van het type "Hoeveel eenheden met een zekere maat passen er in een andere maat?" zijn. Van dit type problemen kent hij de oplossingsstrategie.
Niveau C

4) Hij legt bij dit én het vorige probleem vlot een verband met een deling.
Niveau D

16. Als je op een autoweg niet de maximale snelheid van 100 km/uur, maar slechts 80 km/uur rijdt, verlies je tijd. Anne moet het verband beschrijven tussen het tijdverlies in minuten en de lengte van de autoweg in km. Wat wilt u dat hij doet?

Wiskundige vaardigheid = modelleren
Domein = verhoudingen
Aantal antwoorden = 1

0) Dat kan hij niet.

1) Hij speelt of tekent de situatie na met twee (speelgoed)autootjes.
Niveau A

2) Hij berekent voor een aantal lengten het tijdverlies en geeft dat in een tabel weer.
Niveau B

3) Hij berekent voor een aantal lengten het tijdverlies en geeft dat in een tabel weer. Vervolgens ontdekt hij een patroon in de tabel en geeft dat in een formule of anderszins weer.
Niveau C

4) Hij stelt dat het tijdverlies gelijk is aan $\frac{lengte}{80} - \frac{lengte}{100} = \frac{lengte}{400} = 0{,}0025 \times lengte$ (in uren) = 0,15 x *lengte* (in minuten).
Niveau D

Bijlage E: Voorbeelden van examenopgaven beroepsgerichte profielvakken

Uit het pilotexamen Economie en Ondernemen vmbo-bb, juni 2017

Sporty Arnhem sponsort de plaatselijke voetbalvereniging ODIO. Aan het einde van ieder voetbalseizoen wordt de totale sponsorvergoeding berekend. Deze vergoeding is mede afhankelijk van de omzet van voetbalkleding. Berendien heeft al een deel van de eindafrekening voor het voetbalseizoen 2016-2017 opgesteld. Ze vraagt jou om de eindafrekening af te maken.

Sporty Arnhem
Tegenspel 2
6801 VK Arnhem

Arnhem, 5 april 2017

Voetbalvereniging ODIO
Beukenlaan 356
6805 XX Arnhem

Betreft: sponsorbijdrage voetbalseizoen 2016-2017

Aan de voorzitter van voetbalvereniging ODIO,
Wij hebben afgesproken dat Sporty BV vestiging Arnhem voor het voetbalseizoen 2016-2017 de volgende sponsorbijdrage aan voetbalvereniging ODIO wil verstrekken:

- Per gemaakt doelpunt van een gewonnen of gelijk gespeelde wedstrijd € 10,00;
- Per gewonnen wedstrijd € 15,00;
- Per voetbalteam dat kampioen is geworden € 100,00.

Op het voetbaltenue wordt het logo van Sporty geplaatst. ODIO ontvangt de volgende percentages van de omzet exclusief btw van de verkochte voetbalkleding met een logo van Sporty:

- Per verkocht voetbalshirt 10% van de verkoopprijs exclusief btw.
- Per verkochte voetbalbroek 7,5% van de verkoopprijs exclusief btw.
- Per paar voetbalkousen 5% van de verkoopprijs exclusief btw.

Wij verzorgen de eindafrekening van de sponsorbijdrage.
Wij wensen u een succesvol en sportief voetbalseizoen.

Met sportieve groet,
Sporty
B. Toren
Bedrijfsleider

Clubuitslagen Voetbalvereniging ODIO

Clubuitslagen D pupillen		
wedstrijd	**doelpunten ODIO**	**doelpunten tegenpartij**
1	0	0
2	2	4
3	1	5
4	0	4
5	2	1
6	1	4
7	2	2
8	2	1
kampioen	**nee**	

Clubuitslagen E pupillen		
wedstrijd	**doelpunten ODIO**	**doelpunten tegenpartij**
1	1	0
2	7	1
3	4	2
4	4	4
5	5	1
6	5	3
7	2	2
8	0	1
kampioen	**ja**	

Uit het pilotexamen Zorg & Welzijn vmbo-bb, juni 2017

Bereken en schrijf op hoeveel verpakkingen je moet bestellen voor **20** minipizza's.

- Ga uit van de hoeveelheden in het recept op de bijlage.
- Houd rekening met de aanwezige voorraad.

Benodigdheden voor 4 minipizza's:

Voor de pizzabodems:

- 90 gram Pizzabodem Italiaans
- ½ dl koud water
- ± ½ eetlepel olie
- 1 theelepel oregano
- ½ eetlepel bloem voor bestuiven werkvlak

Voor de saus:

- 1 lente-uitje (20 gram)
- klein teentje knoflook
- 20 gram gezeefde tomaten
- 2 eetlepels water
- 1 theelepel oregano
- zout en peper naar smaak

Voor het beleggen:

- ½ kleine ui
- ½ tomaat (40 gram)
- ¼ bol mozzarella
- 20 gram geraspte kaas
- 1 theelepel Italiaanse kruiden
- 4 blaadjes verse basilicum

stukje bakpapier ter grootte van de bakplaat
staafmixer en hoge mengbeker

In de keuken is de volgende voorraad aanwezig:

- 75 gram geraspte kaas
- 10 rollen bakpapier
- 3 potjes verse basilicum
- 200 gram salami
- 2 potjes olijven (à 150 gram)
- voldoende zout, peper en oregano

Bestellijst			
product	verpakkings-eenheid	inhoud	aantal te bestellen verpakkingen
Pizzabodem Italiaans	pak	450 gram	
bloem	pak	1 kilogram	
olie	fles	1 liter	
oregano	potje	50 gram	
Italiaanse kruiden	potje	100 gram*	
zout	potje	50 gram	
peper	potje	50 gram	
lente-uitjes	bosje	4 stuks à 20 gram	
kleine uien	netje	2 stuks	
knoflook	netje	2 bolletjes	
tomaten	netje	2 stuks à 80 gram	
champignons	bakje	15 stuks	
courgette	zakje	2 stuks à 275 gram	
rode puntpaprika	zakje	2 stuks à 60 gram	
verse basilicum	potje		
gezeefde tomaten	pak	500 gram	
mozzarella	zakje	1 bolletje	
geraspte kaas	zakje	100 gram	
bakpapier	rol	8 meter / 33 cm	

*1 theelepel Italiaanse kruiden weegt 2 gram

Als landelijk kenniscentrum leerplanontwikkeling richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.

Fotografie omslag: ©Nationale Beeldbank

slo

Hoofdlocatie
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Nevenlocatie
Aidadreef 4
3561 GE Utrecht

Postadres
Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl
www.slo.nl

company/slo
SLO_nl