

## Feedback Conceptvisie Rekenen & wiskunde feedbackteam VSNU

Namens de leden, samengevat door Aad Monquil/VU

Amsterdam, 25 april 2018

Geachte leden van het ontwikkelteam,

Dank namens het feedbackteam voor de gelegenheid feedback te geven op de plannen van *curriculum.nu*, het wordt gewaardeerd. In het onderstaande vat ik de verschillende bijdragen samen. Bij afwijkende standpunten of verschillende inzichten zal ik dat laten zien.

M.b.t. vraag 1: **Draagt de visie bij aan de doelen van de integrale curriculumherziening?**

De antwoorden variëren van een onomwonden "Ja" tot stevige kanttekeningen als:

- De conceptversie herhaalt de wenselijkheid van de aspecten (aspecten als: hoe betekenisvol onderwijs er uit ziet, beperkt tot kern met samenhang enz.) zonder dat dit richting krijgt. (...) Er ontbreekt een geschikt raamwerk. (...)
- De visie is niet helder en concreet genoeg vanwege een ontbrekende probleemanalyse: wat zijn nu de grote problemen en uitdagingen van het reken-wiskundeonderwijs van de toekomst? Naar mijn idee zijn dat doorlopende leerlijnen en de balans tussen fundamentele vaardigheden en hogere orde vaardigheden...
- Dat wiskunde de basis is voor vele vakken is onomstreden; integratie moet niet overdreven worden, rekenen & wiskunde moet zelf toepassingen laten zien
- In het bijzonder wordt nog weinig gezegd over wat nu de kern van het curriculum zou moeten zijn. Zo staat in de werkopdracht dat "De ontwikkelteams Nederlands en rekenen-wiskunde geven bij hun opbrengsten tevens aan in hoeverre inhoudelijke herziening van de referentieniveaus voor taal en rekenen wenselijk is." Ik zie daarover eigenlijk geen uitspraak in het tussenproduct.
- Het belangrijkste punt wordt niet als eerste genoemd, namelijk de interne samenhang en de samenhang met andere leergebieden.
- Genoemd wordt ook dat in de opdracht staat dat men de overladenheid wil verminderen, maar als er overladenheid is wil je die helemaal wegnemen, dat is dus een inconsistentie in de integrale curriculumherziening als geheel.

Samengevat: ja het levert zeker een bijdrage, echter een analyse en onderbouwing ontbreekt en daardoor krijgen de plannen m.b.t. het reken- en wiskundeonderwijs nog te weinig richting. Meerdere keren wordt erop gewezen dat een visie op in de maatschappij benodigde ICT/digitale vaardigheden, en op de rol van wiskunde hierin, nodig is, waarbij een lid van het feedbackteam erop wijst dat dit onverlet laat dat reken- en wiskundige vaardigheden ook in een hoog technologische samenleving hard nodig zijn. Meer richting geven aan ICT is misschien nodig; zo wordt het leren programmeren wel bij het reken-wiskundeprogramma getrokken.

Mogelijk is de naamgeving rekenen-wiskunde misleidend (met de suggestie rekenen behoort bij PO, wiskunde in het VO), en kan men gewoon volstaan met de term wiskunde vanaf het

PO, waarbij rekenen een onderdeel is, naast algebra, analyse, meetkunde, statistiek en gegevensverwerking. Dat geeft ook ruimte om beginnend algebra onderwijs naar het PO te trekken, en zo echt een doorgaande lijn te maken.

**M.b.t. vraag 2 Is de visie consistent?**

Ook hier antwoorden variërend van “Ja “ tot veel kritischer geluiden als:

- De visie hinkt op twee gedachten: enerzijds een compacter curriculum met ruimte voor diepgang, anderzijds veel mooie maar ook wat vage doelen als zelfregulering, zelfredzaamheid, zelfvertrouwen, doorzettingsvermogen, persoonsvorming.
- Horen zaken als zelfredzaamheid, zelfvertrouwen hier wel in thuis? Waar wordt een degelijk basisniveau vastgelegd, rekening houdend met de wensen van het vervolgonderwijs? Samengevat: de visie is voor zover inzichtelijk gemaakt consistent, echter de visie op het schoolval rekenen-wiskunde wordt dwarsgezeten door de opmerkingen over vakdidactiek en persoonlijke vorming.

**M.b.t. vraag 3, zijn er begrippen die toelichting behoeven?**

De begrippen die genoemd worden zijn:

- leerstof met diepgang en verdiept curriculum, wat wordt bedoeld met verdieping.
- Niveau van denken en handelen (...)laten we ons beperken tot vak inhoud en vakbekwaamheid (waar dan wiskundig denken onder valt).
- Geef een afkortingenlijst, bijv. vmbo-gt
- Voor beschrijven van denk- en handelingsniveaus kan beter gekozen worden voor model Galperin, zie bijlage, (stuk van Peter Kop en Wim Caspers)
- In begrippenlijst kunnen *subdomein* en *inhoud* geschrapt worden.

**M.b.t. vraag 4, Heeft U behoefte aan voorbeelden bij bepaalde delen van de visie?**

Voorbeelden waar om gevraagd wordt zijn:

- Versterken samenhang met andere leergebieden
- Het voorbeeld van verwante inhoud combineren (optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen) is geen sterk voorbeeld;
- Het begrip verdieping
- In het stuk staat dat een leerling die langere tijd nodig heeft voor het verwerven van een fundamenteel begrip van reken- en wiskundige concepten, dat kan worden gegund. Hoe kam men dit realiseren?
- “*een andere didactiek inclusief formatieve evaluatie*” is nodig, gebaseerd op neuropsychologie. Ik ga ervan uit dat formatieve evaluatie nu ook al nodig is en ook is ingebed in goed onderwijs, maar wat wordt hier extra bedoeld? En gebaseerd op welke neuropsychologische inzichten? Om welke andere didactiek gaat het hier?

**M.b.t. de vraag Bestaat er onderbouwing voor de stelling dat leerlingen die een beperkt maar verdiept curriculum gevolgd hebben zich met betrekkelijk weinig moeite andere leerstof eigen kunnen maken?**

Enkele leden van de feedbackgroep menen dat uit hun eigen ervaring blijkt dat deze stelling klopt. Echter de meesten zijn er niet van overtuigd, en er is niemand die verwijst naar empirisch onderzoek dat het wel zo zou zijn, en wel iemand die verwijst naar onderzoek waaruit blijkt dat het niet zo is, verklaring daarbij is dat veel kennis erg domeinspecifiek is. Verre transfer is niet waarschijnlijk, nabije transfer wel. Wel wordt door een aantal leden gewezen op het feit dat een overladen programma als vanzelfsprekend geen goed doet, en dat een gedegen fundament essentieel is. Meerdere keren wordt erop gewezen dat de onderliggende principes goed begrepen moeten worden, waarbij een lid van de feedbackgroep erop wijst dat een te snel gebruik van de rekenmachine dit begrip in de weg zit. Ook wordt gesteld dat deze zin: *Als deze veronderstelling onderbouwd kan worden, valt deze optie te overwegen* erg onbevredigend is, wat als de stelling niet onderbouwd kan worden, valt dan het hele plan van wiskunde met stevig fundament en uitstroomprofielen in duigen?

M.b.t. de vraag **Welke consequenties heeft naar Uw oordeel het feit dat rekenen & wiskunde een kernvak is?**

Op deze vragen is vanuit drie invalshoeken geantwoord. Een lid beargumenteert dat het ook vanzelfsprekend is dat Rekenen & wiskunde een kernvak is, gegeven ontwikkelingen in de maatschappij als informatietechnologie en slimme techniek; dit stelt echter ook eisen aan het vak zoals differentiatie en voorbeelden uit de maatschappij, en aan de didactiek waarin probleemoplossing en zelfredzaamheid centraal staan. Een ander lid argumenteert dat foutloos rekenen en algebraïsche vaardigheid ook basaal zijn, waarbij hij erop wijst kritisch te staan tegenover de opmerking in het visiestuk dat het resultaat van een reken-wiskundetaak minder belangrijk is dan de wijze waarop het tot stand komt. Een derde lid wijst meer op de uitstraling naar buiten, het is goed dat de centrale rol van het vak benadrukt wordt, en een vervolgopleiding, moet kunnen rekenen op een goed gefundeerde basis bij a.s. studenten.

M.b.t. de vraag **Overige punten**

Deze vraag leent zich uitsluitend voor een opsomming:

- Voeg Goniometrie toe als apart domein, en splits de koppeling van informatieverwerking aan onzekerheid.
- Het handelingsniveau bij het voorbeeld bij visueel concreet is ongelukkig gekozen, want 100 muntstukken van 20 cent ligt meer voor de hand.
- Zorg dat de aangeboden wiskunde ook goed aansluit bij verschillend tussen groepen leerlingen, het vak moet aantrekkelijk en te volgen zijn voor bijvoorbeeld mannen en vrouwen.
- Een toepassing kan zijn ook boekhouden, wat de zelfredzaamheid ten goede komt.
- Er wordt ook een didactische kanttekening gemaakt: *Het curriculum dient de leerling het volle vertrouwen te geven dat wiskunde ertoe doet. Dit wordt bereikt door een didactiek die klassikale uitleg afwisselt met opdrachten (mid)dagen. Deze grotere opdrachten dragen met zich mee dat het eindresultaat minder aandacht krijgt dan het modelleeraspect (wat de raison d'être van toegepaste wiskunde is).*

- W.b. de Karakteristiek van het leergebied: *De driedeling is niet zo handig. Het verschil tussen bekwaamheden en niveaus is niet helder. Ik zou twee dimensies hanteren, inhoudelijke domeinen en bekwaamheden. De niveaus kunnen prima onderdeel worden van bekwaamheden. Overigens vind ik protocol ERWD en Van Hiele niet zulke geschikte uitgangspunten: het eerste betreft een specifieke doelgroep en het tweede een specifiek domein (meetkunde). Liever zou ik aansluiten bij de actuele theoretische invalshoeken: realistisch reken-wiskundeonderwijs (hoe slecht begrepen en matig ingevoerd ook), en de dimensie van functioneel rekenen/gecijferdheid/mathematical literacy naar wiskundige denkactiviteiten zoals probleemoplossen, modelleren en abstraheren. Bij de inhoudelijke domeinen zou ik het aantal terugbrengen en voor VO aansluiten bij de internationaal gangbare indeling van rekenen, algebra, analyse, meetkunde, statistiek en kansrekening.*
- Er mag aandacht zijn voor de vraag waar je wiskunde tegen zal komen in de toekomst. Dit is een onderdeel van persoonlijke vorming.
- Vervang wiskunde A,B, C, D door drie stromen, een wiskunde voor economische richtingen, wiskunde voor sociale wetenschap en wiskunde voor exacte bètawetenschap (is ook advies NVVW).
- In meerdere feedbackstukken wordt gesteld dat de visie te weinig onderbouwd is. Peter Kop heeft een stuk geschreven waarin hij een poging doet een begrippenkader te geven dat helpt bij het ontwikkelen van een curriculum. Dit stuk laat zich echter minder goed samenvatten, ik geef het daarom integraal als bijlage mee.
- Vervang het voorbeeld "1 van de 8", want Mies Bouwman is van voor hun tijd.

## Bijlage:

### Perspectieven gebruiken bij het ontwikkelen van een curriculum door Peter Kop.

Wat is echt de moeite waard om te onderwijzen? De opdracht die in de werkopdracht aan het ontwikkelteam op bladzijde 11 staat, spreekt over onderwijs dat betekenisvol voor leerlingen is, balans tussen kennisontwikkeling, maatschappelijke en persoonlijke ontwikkeling kent, beperkt is tot de kern, uitgewerkt is in een leerlijn, samenhang vertoont, en aandacht heeft voor vaardigheden voor het vak, als ook voor brede vaardigheden. De huidige conceptversie op het leergebied Rekenen en Wiskunde geeft onvoldoende richting hoe dat zou moeten. Daarvoor geven we in deze reactie een mogelijkheid.

Het op een natuurlijke wijze verbinden van kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming is lastig te realiseren. In het verleden werd vaak gekozen tussen de leerstof als vertrekpunt (met focus op kwalificatie) of de leerling als vertrekpunt (met de focus op persoonsvorming en socialisatie). Hierdoor ontstonden onderwijsvernieuwingen die de focus verlegden van het ene vertrekpunt naar het andere (John Dewey in *The Child and The Curriculum*). In leerstofgericht onderwijs leren leerlingen wel bijvoorbeeld biologie, Nederlands, aardrijkskunde, economie en geschiedenis, maar ze leren vaak niet biologisch, taalkundig, geografisch, economisch en historisch denken en vragen stellen. In leerlinggericht onderwijs wordt leerlingen doorgaans wel meer geleerd om vragen te stellen en is er meer aandacht voor vaardigheden, maar dit gebeurt vaak algemeen (met algemene heuristieken) en niet op vakspecifiek niveau (waarin vakinhoudelijke heuristieken geleerd worden). De vraag is hoe deze historische pendelbeweging tussen beide vertrekpunten te stoppen en een balans te vinden tussen beide vertrekpunten.

Een benadering via Perspectieven kan de tegenstelling tussen leerstof (vakinhoud) en leerlinggerichte aanpak (vaardigheden) overstijgen. We zullen dit idee hier verder uitwerken.

Perspectieven zijn manieren van kijken, bevragen en omgaan met de wereld. Elk vakgebied wordt gekenmerkt door zijn eigen perspectieven. Zie Figuur 1:

*Figuur 1: Welke vragen stellen wiskundigen?*

Wiskundigen stellen zich andere vragen dan natuurkundigen, scheikundigen en biologen: ze bekijken de situatie vanuit andere perspectieven.

We demonstreren dit aan de hand van een koffiebekertje.

Welke vragen kan een wiskundige bedenken bij zo'n koffiebekertje?



Laten we eens brainstormen: Hoeveel is de inhoud? En hoe bereken je dat? Hoe is het verband tussen oppervlakte (materiaalkosten) en inhoud? Hoe snel verandert de inhoud als je de oppervlakte met  $1 \text{ cm}^2$  laat toenemen? Welke aanzichten zijn er mogelijk? En welke doorsneden? Hoeveel procent bedraagt de inhoud bij deze gegeven oppervlakte ten opzichte van het lichaam met maximale inhoud?

Dit soort vragen kun je dan vergelijken met vragen die een natuurkundige zich zou stellen, zoals: Welke krachten verdraagt dit bekertje? Hoe snel koelt de koffie erin af? En een scheikundige: Welke stoffen reageren met dit materiaal? Is het een thermoplast? En een bioloog: Is het afbreekbaar? Wat is de halfwaardetijd?

Perspectieven geven een zoeklicht die richting geven aan het exploreren en structureren van een situatie. Als je een messy probleem wilt oplossen dan helpt het niet om gewoon goed te kijken en informatie te verzamelen, omdat je eenvoudigweg nog niet weet waar je je op moet richten. Perspectieven helpen bij het formuleren van doelen en het zoeken van relevante informatie en zijn zo altijd verbonden aan een inhoudelijk domein en aan een werkwijze van het domein.

De samenhang tussen en binnen schoolvakken is al heel lang een punt van zorg. Perspectieven zijn een ideaal instrument om zowel samenhang binnen een vak als tussen vakken te realiseren. Ze organiseren immers specifieke kennis, vaardigheden en houdingen binnen een schoolvak en kunnen richting geven aan zowel disciplinair als interdisciplinair onderwijs. Leerlingen die zijn ingeleid in perspectieven hebben geleerd situaties vanuit meerdere perspectieven te benaderen en kunnen resulterende inzichten ook met elkaar verbinden.

Perspectieven zijn bij uitstek geschikt voor het ontwikkelen van leerlijnen, omdat ze de leerkiem hiervoor vormen die steeds verder over jaren heen kan worden uitgewerkt (c.q. vertakken). Veel perspectieven maken het zelfs mogelijk om leerlijnen te ontwikkelen die al in het basisonderwijs kunnen worden gestart en via het voortgezet onderwijs naar vervolgoopleidingen kunnen worden uitgewerkt.

Voor alle vakken in het voortgezet onderwijs zijn Perspectieven geformuleerd. Zie Wat is echt de moeite waard om te onderwijzen, door F. Janssen, H. Hulshof, K. van Veen.

Om voor wiskunde deze perspectieven te formuleren is aangesloten bij Pisa (OECD, 2004) en cTWO (2013). In het Pisa rapport worden een aantal kennisgebieden voor wiskunde geformuleerd: hoeveelheid, verbanden, veranderingen, vorm en ruimte, en toeval. Deze kernconcepten zijn ook door gebruikt in de syllabi voor wiskunde A en C, havo en vwo. Door cTWO (2013) zijn voor het Nederlandse onderwijs de wiskundige denkactiviteiten als leerdoel geformuleerd: modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleem oplossen, formules manipuleren, abstraheren, logisch redeneren en bewijzen. Ook internationaal is er aandacht voor typerende wiskundige denkactiviteiten (CCSMP, 2010; OECD, 2004; Watson & Mason, 1998). Op basis van de classificaties van de kennisgebieden van Pisa en van wiskundige denkactiviteiten hebben we getracht deze vakperspectieven voor het vak wiskunde te formuleren. Bij ieder kernconcept hebben we minstens een vraag en ook een werkwijze (activiteit) geformuleerd. Op deze wijze worden, via de wiskundige vakperspectieven, inhoud (wiskundige kennisgebieden) en werkwijze (wiskundige activiteiten) aan elkaar gekoppeld. Dit leidt tot het volgende lijstje perspectieven in figuur 2.

*Figuur 2: overzicht van wiskundige vakperspectieven (door Kop, Van Streun en Voorhoeve; in Janssen, Hulshof, Van Veen)*

Perspectieven	Activiteit
1) Hoe groot? Hoeveel? (Hoeveelheid)	Schatten, berekenen, meten

2) Welk patroon, verband? (Patroon)	Patronen zoeken, relaties leggen, functies maken
3) Welke ruimte? Welke vorm? (Vorm & ruimte)	Eigenschappen beschrijven, definiëren
4) Hoe verandert het? Welke variatie is er? (Verandering & invariantie)	Gevolgen van veranderingen beschrijven, invarianten zoeken
5) Wat is de rol van toeval? (Toeval)	Kansen en verwachtingen berekenen, statistisch redeneren
6) Welke categorieën/concepten? (Wiskundige concepten)	Ordenen, vergelijken, overeenkomsten zoeken, classificeren, nieuwe concepten maken/definiëren
7) Welk bewijs? (Bewijs)	Onderbouwen, redeneren, overtuigen, weerleggen, verifiëren
8) Welk model? Welke representatie? (Model)	Representeren, visualiseren
9) Welke generalisatie? Welke abstractie? (Abstractie)	(Tegen)voorbeelden geven, generaliseren, specificeren, abstraheren, formaliseren
10) Hoe efficiënt? (Efficiency)	Alternatieven ontwikkelen met oog op optimalisatie

Deze perspectieven vormen nu de kern van het curriculum. Voor verschillende stromingen in het wiskundeonderwijs (wiskunde A,B, enzovoorts) kan nu beschreven worden welke perspectieven door leerlingen gebruikt moeten kunnen worden en welke detaillering, wiskundige concepten, werkwijzen en beheersing nodig zijn.

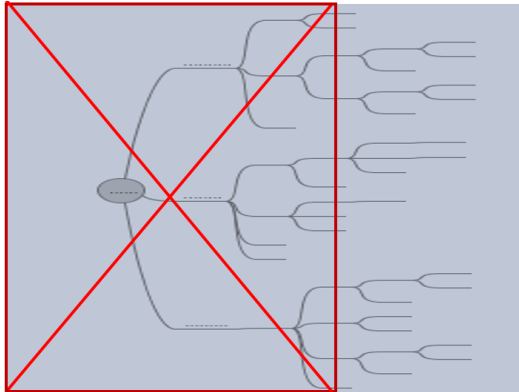
Een voorbeeld:

Het perspectief “Hoe verandert het?” kan met grafieken gestart worden in het basisonderwijs. Bij het vergelijken van grafieken kan door leerlingen gekeken worden naar “welke meer verandert?”. Ook kan gekeken worden of “de verandering steeds hetzelfde is”. In de onderbouw van het voortgezet onderwijs kan gekeken worden naar het veranderingsgedrag van verschijnselen in andere vakken en van verschillende functies, bijvoorbeeld lineaire en exponentiële functies. Vaak zal eerst gekeken worden naar veranderingen in de tijd. Daarbij is het ook van belang stil te staan hoe het veranderingsgedrag beschreven kan worden? Bijvoorbeeld via een tabel met gelijke stapjes (toenamendiagram) of door een gemiddelde verandering. In de bovenbouw kan dit verder uitgebouwd worden tot “Hoe verandert iets op een moment?” (de momentane verandering), waarbij de koppeling met snelheid gelegd kan worden. Dit leidt tot de differentiëren en integreren met concepten als afgeleide en primitieve. Zo is het kernconcept Veranderingen stapsgewijs uitgebreid door het stellen van vragen en de ontwikkeling van nieuwe concepten: bijvoorbeeld: gemiddelde verandering, differentiequotiënt snelheid, gemiddelde snelheid, toenamendiagram, lineaire benadering, raaklijn, differentiaal quotiënt, richtingscoëfficiënt, helling grafiek, afgeleide functie, gemiddelde verandering, momentane snelheid, marginale kosten. Deze hiërarchie van vragen en concepten zouden voor leerlingen steeds in zicht moeten blijven houden.

In een dergelijk opgezet curriculum zullen leerlingen overzicht kunnen houden op de kernconcepten en werkwijzen van het vak omdat deze steeds in beeld blijven. Dit in tegenstelling tot

de huidige onderwijssituatie met zijn compartimenten kennis en vaardigheden (feitelijke kennis, procedurele kennis, strategische kennis enzovoorts). Deze atomistische aanpak leidt tot gefragmenteerde kennis bij leerlingen, die nog nauwelijks door de bomen het bos zien, en vaak uitsluitend nog oog hebben voor losse feiten en procedures. Zie rechterdeel in figuur 3.

*Figuur 3: In het huidige onderwijs ligt de nadruk op specifieke vragen en antwoorden en is er nauwelijks aandacht voor de hoofdtakken van het perspectief (Uit Janssen, Hulshof, Van Veen)*



Het gebruik van een perspectievenboom leidt tot doorlopende leerlijnen en tot samenhangende kennis bij leerlingen omdat kernconcepten steeds in beeld blijven. Dit soort perspectievenbomen kunnen ook gebruikt worden om te differentiëren tussen leerlingen. Immers niet iedere leerling zal even gedetailleerde vragen (even ver in de perspectievenboom) hoeven te vragen.

Tot nu toe hebben we steeds gekeken naar de mogelijkheden van perspectieven bij het ontwikkelen van onderwijs. Maar ook bij het oplossen van messy problemen door leerlingen kunnen de perspectieven behulpzaam zijn. Leerlingen focussen zich vaak op de vraag “Wat moet ik gaan doen?”, in plaats van een gewenste houding “Wat is hier te zien?”. Het leren bevragen van een probleemsituatie is een nadrukkelijk doel in het onderwijs, maar dan moeten leerlingen daar wel “denkgereedschap” voor hebben. Deze perspectieven vormen dit gereedschap. In figuur 4 geven we een voorbeeld van dit bevragen van een probleemsituatie.

*Figuur 4: Het gebruik van perspectieven om een probleemsituatie te bevragen (Het inrichten van een festivalterrein; finale opdracht Alympiade 2017)*

Op een gegeven terrein moet een festival georganiseerd worden. Er zijn groepen uitgenodigd die komen optreden. Er zijn twee tenten gehuurd, waarin de artiesten optreden evenals tenten voor eten en drinken en toiletten. Maak een indeling van het festivalterrein en een speelschema voor de groepen, waarin je ervoor zorgt dat de toeschouwersstromen over het festivalterrein beperkt blijven.

Op basis van de perspectieven kunnen we nu de probleemsituatie bevragen.

- Hoe kan een (start)indeling van het terrein met tenten, WC's en verkooppunten voor eten eruit zien?
- Hoe kan een (start)indeling van het tijdschema voor de optredens eruit zien?
- Hoe groot zijn de bezoekersstromen in deze startsituatie?

Vanuit de vakperspectieven komen we op modelleervragen als:



- Hoeveel toeschouwers worden er verwacht? Hoe is het aantal toeschouwers afhankelijk van het weer? Hoeveel ruimte heeft een toeschouwer nodig tijdens een optreden en bij het lopen? Hoe snel loopt een toeschouwer over het terrein? Hoe vaak moet een toeschouwer naar het toilet?

Nu kunnen we berekeningen maken.

- Hoeveel afstand moet hij/zij overbruggen? Hoeveel toiletten zijn er nodig en waar?
- Hoe kunnen we de toeschouwersstromen in beeld brengen en hoe zien we knelpunten op het terrein?
- Waar kunnen de podia het best geplaatst worden op het terrein? Wat zijn de verschillen in populariteit tussen de groepen? En als er een plan is: hoe veranderen de uitkomsten als een randvoorwaarde iets minder beperkend is?
- Hoe weten we zeker dat dit optimaal is bij deze aannamen?
- Kunnen we deze aanpak generaliseren voor een volgend festival?

Voor meer voorbeelden over wiskundige vakperspectieven verwijzen we naar Perspectieven in het wiskundeonderwijs, door Kop, Van Streun, en Voorhoeve in [Janssen, Hulshof, Van Veen](#).

Bij deze voorbeelden zien we hoe perspectieven gebruikt kunnen worden bij curriculum ontwikkeling. We zagen dat op dit moment bij wiskunde A en C een aantal perspectieven herkenbaar zijn in de examenprogramma's (bijv. verbanden, veranderingen, logisch redeneren, vorm en ruimte) en dat daarnaast de wiskundige denkactiviteiten expliciet in alle examenprogramma's bij de wiskundige vaardigheden genoemd worden. Door bij curriculum ontwikkeling gebruik te maken van perspectieven zullen alle relevante facetten van wiskunde, zowel qua inhoud als qua vaardigheid, expliciet aan bod kunnen komen en zal de kans op een samenhangend programma vergroot worden.

## **Overweging bij de vraag over beperkt maar verdiept curriculum**

De vraag aan experts: bestaat er een onderbouwing voor de stelling “leerlingen die een beperkt maar verdiept curriculum gevolgd hebben kunnen zich met betrekkelijk weinig moeite andere abstracte leerstof eigen maken”. (vraag is wel: wat bedoelt men met ‘andere’ abstracte leerstof)

Ik denk dat die onderbouwing er niet is. Veel expertise onderzoek focust zich op probleem oplossen, i.h.b. op herkenning en heuristisch zoeken. Daarvoor is een gestructureerde kennisbasis voor nodig. Hiermee kunnen in probleem situaties effectieve en efficiënte probleemrepresentaties gemaakt worden en domeinspecifieke heuristieken ingezet worden. Expertise is heel domein specifiek, d.w.z. dat expertise in het ene gebied niet betekent dat deze expert kennis eenvoudig te transfereren naar een ander kennisgebied. Het ontwikkelen van expertise kost i.h.a. 10000 uur. (divers werk van M. Chi en Ericsson).

Wel is het zo dat experts zich gemakkelijker nieuwe stof in het betreffende domein kunnen eigen maken i.v.m. feit dat assimilatie (aanhaken bij bestaande kennis; zie Skemp) eenvoudiger is.

Conclusie is dat het niet te verwachten is dat expertise in een bepaald domein garandeert dat leerlingen zich abstracte leerstof in een ander domein eenvoudig eigen maken.

Nog een voorbehoud: als leerstof op een voldoende abstract niveau aangeleerd wordt en in een ander kennisgebied worden dezelfde denkmethoden (werkwijzen) gebruikt, dan mag enige transfer verwacht worden. Verre transfer is vrijwel nihil, maar nabije transfer kan mogelijk zijn, maar dan moet de leerstof op voldoende abstract niveau geleerd zijn en moet aandacht besteed worden aan transfer.

