

## Anne van Streun

Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen

Universitair Centrum voor de Lerarenopleiding

Rijksuniversiteit Groningen

a.van.streun@fwn.rug.nl

### Inaugurele rede

# Het denken

Anne van Streun is zijn carrière in de wiskunde in 1964 als docent op een middelbare school begonnen. Op 18 december 2001 heeft hij het ambt van hoogleraar in de didactiek van de wiskunde en natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen aanvaard. Hij is altijd zeer betrokken geweest bij de kwaliteit van het wiskunde onderwijs op de middelbare school. Op de website [www.fwn.rug.nl/betaplus/staf/vanStreun/oratie.html](http://www.fwn.rug.nl/betaplus/staf/vanStreun/oratie.html) is een forumdiscussie te volgen naar aanleiding van de invoering van de Tweede Fase havo-vwo en de voortgaande uitholling van de bètavakken. Dit is een verkorte weergave van zijn inaugurele rede; de gehele tekst met literatuurverwijzingen zijn op bovengenoemde website te lezen.

Traditioneel wordt er in de onderwijskundige en didactische literatuur veel aandacht besteed aan de werkvormen in het onderwijs. Zo gaan publicaties over het studiehuis in de Tweede Fase havo-vwo meer over werkvormen dan over de *onderwijsdoelen*, die met de voorgestelde werkvormen worden nagestreefd. Wat wil je eigenlijk bereiken? In sommige onderwijskundige kringen is het trendy om de werkvorm *doceren* af te zetten tegen *samenwerken* aan projecten of communiceren in een *digitale leeromgeving*, zoals onze universitaire *Nestor*. De boodschap is dat mensen nu eenmaal niet lang geconcentreerd kunnen luisteren en daarom heeft klassikale instructie of een hoorcollege zelden een waardevol leereffect. Een niet erg stimulerende gedachte voor een spreker die zijn oratie aan het voorbereiden is.

Aan het begin van dit Academisch jaar werd de socioloog Abram de Swaan er in de NRC door zijn eigen collegevoorzitter van de Universiteit van Amsterdam, de heer S. Noorda, op gewezen dat hij zijn hoorcolleges maar wat moest opwaarderen met PowerPoint presentaties, korte zinnen en grappen (Noorda, de Swaan, 2001). Alsof het niet gaat om de *functie* van een hoorcollege in het geheel van het onderwijs. Ik denk bij functie aan het oriënteren, het stellen van een probleem, het verhelderen, het bieden van overzicht, het inspireren van de studenten, (Mettes en Pilot 1980, Arends 1998, Cruickshank & Metcalf 1994). Ook

bij een wervelende multimedia show met beamer en PowerPoint is het *nadenken* over de inhoud en het gewenste leereffect op het gehoor niet overbodig.

Dat brengt mij op mijn keuze voor de werkvorm en de hulpmiddelen bij deze oratie. Van mijn kant is er geen interactie met het gehoor gepland, ik zie af van het inzetten van beamer en overheadprojector en daarmee ook van de vaak zo fraaie visualisaties of simulaties en ik heb hier zelfs niet de beschikking over een bord en een krijtje, waarmee als regel het doceren in onze faculteit wordt ondersteund. Nog erger, ik mag er ook niet vanuit gaan dat u pen en papier bij de hand hebt om mijn voorbeelden uit te werken of aantekeningen te maken. En groepswork ligt in deze zaal ook niet voor de hand...

Ondanks deze handicap streef ik er naar om u, mijn gehoor, tot *actief meedenken* te verleiden. Het *denken bevorderen*, dat is ook het doel van deze oratie. In mijn betoog maak ik onderscheid tussen het *denken* over het onderwijs, over de kwaliteit van het onderwijs en over de onderwijsvernieuwing aan de ene kant en aan de andere kant het bevorderen van *het denken als leerdoel* in het onderwijs. Het gaat over de basisvorming, de Tweede Fase havo-vwo en de nieuwe Bachelor-Master structuur voor het hoger onderwijs. En natuurlijk over de leerdoelen en de didactiek van het onderwijs in de wiskunde en natuurwetenschappen.

Een goede didactiek beperkt zich niet tot abstracties en verbaal geweld, maar werkt met voorbeelden. Authentieke voorbeelden om over na te denken en wellicht algemene lering uit te trekken. Ik hoop dat ik u door die voorbeelden inderdaad tot actief meedenken kan verleiden.

#### Heit en Kees

Het wordt tijd voor een voorbeeld. Het heeft tot doel u te laten meedenken over leerdoelen die de *reproductie van basiskennis* overstijgen. Ik neem u mee naar het Friese platteland tijdens de Tweede Wereldoorlog. De hoofdpersonen in dit authentieke



Anne van Streun

# bevorderen

ke verhaal zijn Heit (mijn Friese schoonvader) en Kees (zijn oudste zoon, mijn zwager). Niet lang nadat Heit op heel hoge leeftijd was overleden, legde Kees mij het volgende probleem voor. In mijn eigen woorden beschrijf ik nu de context. Heit woonde in de Tweede Wereldoorlog met zijn vrouw en vijf kinderen in Leeuwarden. Voor de oorlog vertegenwoordigde hij in Friesland de firma Insulinde, die koffie, thee en cacao produceerde en direct leverde aan wederverkopers. In de oorlog handelde hij in van alles en nog wat en kon zo regelmatig op het platteland wat extra levensmiddelen voor zijn gezin aankopen. De zakken aardappelen waren het lastigst om langs de Duitse controles te smokkelen, dus dat ging 's nachts in het pikkedonker. Samen op de ene fiets die het gezin nog had, trokken Heit en Kees er dan op uit, soms tientallen kilometers ver, om de aangekochte zak aardappelen Leeuwarden binnen te smokkelen. Nu komt het probleem. *“Heit en Kees kunnen op de terugweg niet samen met de zak aardappelen op één fiets. Heit beslist daarom als volgt over de logistiek op de terugweg. Eerst fietst Heit een aantal kilometers met de zak aardappelen, terwijl Kees loopt. Dan zet Heit de fiets met de zak aardappelen langs de weg tegen een boom of hek en loopt zelf door. Kees ziet vervolgens de fiets staan en fietst met de zak aardappelen door totdat hij Heit heeft ingehaald. Dan neemt Heit de fiets over en fietst weer verder, enzovoort”* De onopgeloste vraag waar Kees na vijftig jaar nog steeds mee zat was de volgende: *“Maakt het wat uit hoe lang die perioden van fietsen en wandelen zijn? Maakt het sowieso wat uit dat wij stukje bij beetje fietsten en liepen? Had het beter gekund?”* U begrijpt dat in die tijd de gezagsverhoudingen zo waren dat Kees zijn twijfel over de gekozen strategie niet als een open vraagstelling aan de groep kon voorleggen.

## Een slecht gedefinieerd probleem

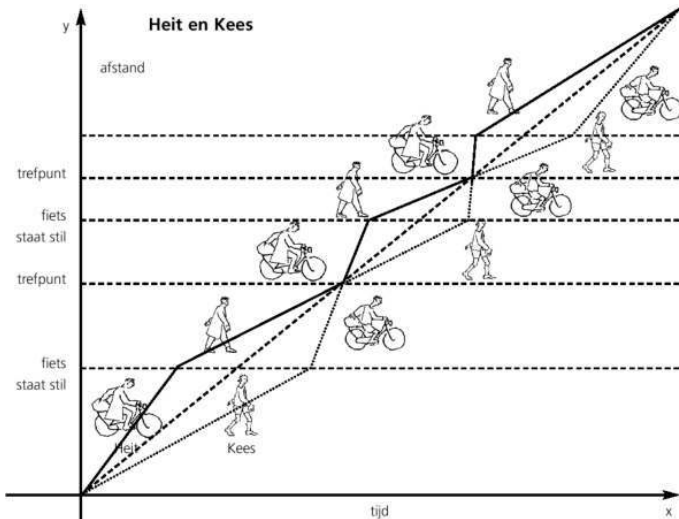
In nascholing over de basisvorming heb ik deze vraag in deze context regelmatig voorgelegd aan groepen leraren wiskunde en natuurwetenschappen. De eerste reactie was meestal dat het een slecht gedefinieerd of een slecht gestructureerd probleem was. Je weet geen fiets-

loopsnelheden en geen afstanden, zo iets kun je niet aan leerlingen voorleggen. De tweede reactie was dat je zonder nadenken zo kon zien wat het goede antwoord was. Die ‘goede’ antwoorden varieerden van “Ze kunnen beter gaan lopen” tot “Je kunt het niet weten” en “Het maakt niets uit”. Leerlingen die getraind zijn op het maken van enkelvoudige routineopgaven komen niet verder. In het hoger onderwijs vormen slecht gedefinieerde problemen het startpunt van projecten rondom modelleren, want daar heb je met het toepassen van wiskundige of natuurwetenschappelijke kennis mee te maken.

## Een systematische probleemaanpak

Aan de hand van dit voorbeeld wil ik voor u een aantal aspecten van het oplossen van problemen bespreken. In navolging van Duncker en De Groot spreek ik van de ontwikkeling van de *mentale voorstelling van een probleem of context*, het probleem zoals de oplosser het ‘ziet’ (Van Streun, 1989, 1994). Dat is het geheel aan ideeën dat de oplosser over de context of probleemsituatie op een bepaald moment heeft. Wat is uw mentale voorstelling van dit probleem? Begrijpt u de context? Ziet u in gedachten Heit en Kees in het donker worstelen met die zak aardappelen? Ziet u de fiets met de zak aardappelen staan terwijl Kees er naar toe en Heit er van weg loopt? In de buurt van Leeuwarden, met de patrouilles van de Landwacht op pad, is het allicht zaak om op een bepaald moment te stoppen met het wisselen van de fiets en samen de stad in te sluipen. Hoe krijgen we nu greep op het onderliggende wiskundige probleem? Hoe kunnen we onze mentale voorstelling van die probleemsituatie verder ontwikkelen?

Helaas kan ik u nu geen tijd geven om zelf een half uur in groepjes te gaan werken aan een oplossing. Als u de kerndoelen van de basisvorming voor wiskunde of natuurkunde enigszins beheerst, ontbreekt het u niet aan de nodige vakkennis. Maar dat is geen garantie voor het kunnen toepassen van die kennis in een context. Het is geen garantie voor *transfer*, zoals dat in de psychologie wordt genoemd. Laat ik een aantal aspecten van een mogelijk oplossingsproces, opvoeren.



Figuur 1 Grafische voorstelling van het probleem van Heit en Kees

### Een heuristische probleemverkenning

We beginnen met een heuristische probleemverkenning. Direct lettervariabelen invoeren voor alle onbekenden? De snelheden per fiets en lopend van Heit en Kees (dat zijn al vier variabelen), de fietsafstanden per keer of de tijd per periode. En dan kijken of de totale tijd afhankelijk is van de lengte van die periode. Het kan, maar ik heb het niet veel leraren in een half uur zien doen. Door al dat *rekenen* ontwikkelt onze mentale voorstelling van het probleem zich nauwelijks.

We proberen een andere heuristiek, het doorrekenen van eenvoudige *gevallen*. Neem aan dat Heit en Kees beiden fietsen met een snelheid van 12 km/u en beide lopen met een snelheid van 4 km/u. Neem aan dat ze een afstand van een kilometer aan één stuk fietsen. Even hoofdrekenen. Rekent u mee? Na 5 minuten zet Heit de fiets neer en 10 minuten later neemt Kees de fiets over. Na nog eens 5 minuten heeft Kees zijn kilometer op de fiets afgelegd en Heit heeft ondertussen een kwartier gelopen en zijn tweede kilometer afgelegd.

### Monitoren, even uittreden en kijken naar je eigen aanpak

Bent u er nog? Want nu komen onze metacognitieve vaardigheden van pas. Even uittreden en naar je eigen aanpak kijken. Monitoren heet dat. Goede probleemoplossers doen dat, leerlingen en studenten moeten dat leren.

*Interne dialoog: Waar ging ons probleem ook al weer over?*

Oh ja, maakt het wat uit? In dit eenvoudige voorbeeld hebben ze een afstand van 2 kilometer in 20 minuten afgelegd. Met het aangenomen looptempo van 4 km/u had dat een half uur gekost. En als we de periode bijvoorbeeld 4 km hadden gemaakt dan doen Heit en Kees dat gewoon in 40 minuten. De lengte van de periode doet er dus in dit voorbeeld niet toe. En afwisselend lopen en fietsen gaat echt vlugger.

*Interne dialoog: Kunnen we al een algemene conclusie trekken?*

Onze mentale voorstelling van de probleemsituatie is intussen flink ontwikkeld en we hebben het gevoel dat we op grond van dit ene voorbeeld al 'zien' hoe alles in elkaar zit. Hopelijk bent u ook al zover. *Interne dialoog: Hoe nu verder? Een plan maken.*

U kunt er voor kiezen om nog meer voorbeelden door te rekenen om op die manier meer zekerheid te krijgen over uw oplossing. Of u bedenkt dat wellicht een grafische voorstelling, zoals in figuur 1, nu meer inzicht geeft dan meer van hetzelfde.

*Interne dialoog: Terugblik of reflectie achteraf*

Als u over uw oplossing tevreden bent, dan is het zaak om nog even om te kijken. Hoe verliep het? Waar liep ik eerst op vast? Dat heet het ontwikkelen van je eigen metacognitieve kennis. Dit kan ik goed, daar moet ik om denken.

### Denken

Aan de hand van dit voorbeeld zijn een aantal aspecten van het denken, zoals die op dit moment worden begrepen, duidelijk te maken. (Zie Bransford 2000, Donovan 1999, Pellegrino, Chudowsky & Glaser 2001.)

#### Typen kennis

- Weten dat: kennis van feiten en begrippen, reproduceren
- Weten hoe: probleemaanpak, toepassen, onderzoeksvaardigheden
- Weten waarom: principes, abstracties, rijke cognitieve schema's, overzicht
- Weten over weten: reflecteren, monitoren, kennis over je eigen weten en aanpak

#### Weten dat

Het is duidelijk dat dit voorbeeld alleen kan worden aangepakt als de oplosser een zekere vakinhoudelijke basis heeft betreffende rekenen, snelheden, grafieken of tabellen of formules. Met dat type kennis werd veel geoefend en getoetst.

#### Weten hoe

Hierbij gaat het om de analyse van het probleem, het toepassen van heuristische methoden, een systematische probleemaanpak, het controleren, het ontwikkelen van een onderzoeksopzet, het stellen van een probleem, het formuleren van een onderzoeksvraag en dergelijke. In dit voorbeeld is het kiezen van een aanpak, zoals het doorrekenen van eenvoudige gevallen, een voorbeeld van *Weten hoe*. Zonder dit type kennis is de toepassing van feiten en begrippen in nieuwe situaties, waarbij geen sprake is van louter reproductie, niet mogelijk.

#### Weten waarom

Experts verschillen van leerlingen of studenten op een vakgebied door hun inzicht in fundamentele principes en abstracties en vooral in de samenhang van begrippen, methoden en abstracties. De kennis van leerlingen of studenten blijkt vaak fragmentarisch te zijn opgeslagen, zonder onderlinge verbanden, waardoor die kennis ook slecht toegankelijk is voor gebruik bij het oplossen van problemen. In dit voorbeeld is de selectie van de toe te passen methode van belang. Dat kan snel leiden tot de keuze voor een grafische voorstelling, omdat die het meeste inzicht geeft in de situatie.

#### Weten over weten

Dit type kennis wordt *metacognitie* genoemd, de bekwaamheid om je eigen inzicht en denken te beoordelen, bijvoorbeeld tijdens het oplossen van een probleem. Vaak neemt dat de vorm aan van een *interne dialoog*, praten met jezelf over je vorderingen, over de vraag waar je ook al weer mee bezig bent, het controleren en reflecteren, het zoeken van een probleemaanpak enzovoort. In dit verband wordt de term '*monitoren*' gebruikt, even uit je eigen oplossingspoging stappen en daar van buitenaf naar kijken voordat je verder gaat. *Reflecteren* op de toegepaste aanpak en de methoden, afwegen wanneer welke probleemaanpak veelbelovend is, het eigen repertoire aan methoden uitbreiden. Hoe heeft onze voorstelling van het probleem zich ontwikkeld? Zijn er nog interessante variaties over het hoofd gezien? Maakt het bijvoorbeeld nog uit als de fietser, nadat hij de zak aardappelen heeft neergezet, weer terug fietst om de looper op te halen? Enzovoort. Goede denkers, probleemoplossers en experts onderscheiden zich daarin van zwakke oplosers van problemen. Zelfstandig werkende leerlingen plegen bij een verkregen oplossing onmiddellijk door te stomen naar de volgende opgave zonder even terug te blikken.

### Waar leren denken het hoofddoel is

Sinds Dewey (1964) in de eerste helft van de twintigste eeuw publiceerde over het denken in het onderwijs en de gesignaleerde discrepantie tussen het *onderwijs* in de natuurwetenschappen en het natuurwetenschappelijk *onderzoek* zijn internationaal de vernieuwingen van het onderwijs in de natuurwetenschappen mede gericht op het versterken van de overeenkomst tussen het onderwijs en de onderzoeksmethoden, de sociale interactie en de werkwijzen in de praktijk van natuurwetenschappers (Edelson 1998). Zo benadrukken bijvoorbeeld de National Science Education Standards (National Research Council 1995) in de Verenigde Staten de noodzaak tot het ontwikkelen van *natuurwetenschappelijke onderzoeksvaardigheden* als een belangrijk doel in het onderwijs. Aspecten van die onderzoeksvaardigheden zijn het onderkennen van een natuurwetenschappelijk probleem, het formuleren van een hypothese, het ontwerpen van een experiment, het verzamelen, analyseren en interpreteren van data, het toepassen van resultaten, het doen van voorspellingen, het plannen en monitoren van het eigen onderzoek.

In 1947 verscheen deel 1 van de serie Werkboek der Meetkunde (auteurs het echtpaar Van Hiele) met op het kaft de aankondiging dat dit leerboeken waren voor scholen waar *zelfstandig werken en denken* hoofddoel is. De schoolboekenauteur Wim Bos (van de bekende serie Wegwijzer in de Meetkunde, Bos & Lepoeter) schreef al in de vijftiger jaren van de vorige eeuw dat je de moeilijkheidsgraad van meetkundige opgaven net zo ver moest opvoeren, totdat ook de slimste leerlingen een *bewuste probleemaanpak* nodig hadden. Want dat is juist wat je ze wilt leren, stelde hij. De wiskundige Polya is bekend geworden door zijn opvatting dat het *oplossen van problemen* centraal moet staan in het wiskundeonderwijs op elk niveau. Hij beargumenteerde dat wiskunde sterkt lijkt op de natuurwetenschappen in het proces van vermoeden, begrijpen en ontdekken. Leerlingen en studenten moeten de kans krijgen om *inductief* te exploreren en te ontdekken, waarna *deductief* een redenering of bewijs op een geschikt niveau kan worden geleverd. Bekend is ook de opvatting van Freudenthal dat wiskunde als een *menselijke activiteit* moet worden onderwezen; de nadruk moet liggen op het zelf inductief ontdekken, exploreren, redeneren, modelleren, abstraheren en deduceren.

Conclusie: Bij het onderwijs in de wiskunde en natuurwetenschappen moet het niet voornamelijk gaan om 'Weten dat', maar veel meer om 'Weten hoe', 'Weten waarom' en 'Weten over weten'.

### Denken en transfer

De bespreking van de basisvorming en het peil van ons onderwijs in die leeftijdsgroep sloot ik af met de opmerking dat de roep "Back to Basics" en de eis om terug te gaan naar eenvoudige onderwijsvormen, gericht op overdracht en oefenen, berust op een denkfout. De denkfout is dat onderwijs volgens het bedoelde model, *het overdragen van kennis*, het zogenaamde vullen van holle vaten, aan leerresultaten precies datgene oplevert wat je er in stopt. Het resultaat is fragmentarische kennis in kleine brokjes opgeslagen in het geheugen zonder enige onderlinge samenhang, met moeite op de eerstvolgende toets oproepbaar maar niet bruikbaar voor toepassingen, niet leidend tot transfer, om van creativiteit en het vermogen tot zelfstandig denken en toepassen maar te zwijgen. Dat type onderwijs leidt bovendien tot aversie tegen leren (Waar is dit goed voor?) in plaats van tot levenslang plezier in leren.

De laatste decennia hebben cognitieve psychologen, constructivisten en didactici veel gepubliceerd over de manier waarop door middel van onderwijs het denken kan worden bevorderd. Centraal staat het begrip *transfer*, het toepassen van kennis, begrippen en methoden uit het

ene gebied op een ander terrein. Ondanks onderlinge verschillen zijn de onderzoekers op dit terrein het eens over een aantal voorwaarden waar onderwijs aan moet voldoen om transfer te bevorderen. Transfer is *geen vanzelfsprekende* zaak, sterker nog in ons gebruikelijke onderwijs is transfer van inzicht, kennis en vaardigheden naar een andere situatie dan waarin die is verworven eerder uitzondering is dan regel. Bekend is het onderzoek naar de kloof tussen de wereld van elke dag en de schoolse kennis. Rekenvaardigheden en natuurwetenschappelijke concepten functioneren heel vaak niet in contexten buiten de school. Omgekeerd worden het rekenen van de straat en gezond verstand niet verbonden met een meer formele of abstracte benadering in de school. Eveneens bekend is het onderzoek naar de *systematische* scheiding tussen de schoolvakken, waardoor de kennis opgedaan bij het ene vak niet wordt geactiveerd in het andere vak.

Ook van algemene vaardigheden, bijvoorbeeld *studievaardigheden*, mag niet automatisch transfer worden verwacht. Een voorbeeld is de mislukking van de studielessen in de brugklas, ingevoerd bij wet in 1968, waarin wetenschappelijk goed onderbouwde studiemethoden werden aangeleerd, die vervolgens bij de vakken niet werden herkend of toegepast. De nadruk op algemene vaardigheden in het studiehuis berust op eenzelfde optimisme, namelijk dat die vaardigheden als vanzelf in alle vakken en ook in het naschoolse leven zullen worden toegepast. Simons geeft in zijn overzichtsstudie voor NWO (Simons 2000) toe dat de idee van algemene vaardigheden in de constructivistische stroming, waarop hij en andere ideologen van het studiehuis graag een beroep doen, de nodige vragen oproept.

### Wat we weten over leren en onderwijzen

Zoals al eerder is opgemerkt lijkt de wetenschappelijke kennis over leren en onderwijzen te convergeren naar een aantal concepten en principes, die een goed uitgangspunt opleveren voor inhoudelijke onderwijsvernieuwing. Kort samengevat gaat het om de koppeling van wat we weten over *typen kennis*, over *feedback en toetsing* (formatieve en summative assessment) en over *onderwijzen*. Op elk vakgebied kun je de typen kennis in leerdoelen formuleren en operationaliseren. (Zie bijvoorbeeld de taxonomie van Bloom, aldus Shulman 2001.) Daar moet je dan de bijpassende diagnostische feedback en beoordelende toetsing voor ontwikkelen. De aard van de toetsing hangt sterk af van het type kennis, dat je wilt toetsen (Shavelson 2001).

*Weten dat* is goed te toetsen met traditionele pen-en-papier-toetsen (zoals in onze centrale examens gebeurt).

*Weten hoe* wordt zichtbaar door de aanpak van problemen, open vraagstellingen en zelfstandig onderzoek (zie van Schalkwijk 1998).

*Weten waarom* vereist vragen naar samenhangen, bijvoorbeeld met behulp van concept maps (White & Gunstone 1992) en kennisgrafien (Zwaneveld 1999).

*Weten over weten* vraagt om rapportage door de leerlingen zelf over hun werkwijze en zelfkennis (learner reports, de Groot 1978, van Streun 1989) en om observatie door docenten en medeleerlingen.

Tijdens het leerproces is een goede *feedback* door de docent essentieel, door interactie of bijvoorbeeld door diagnostische toetsing, formative assessment. Dat begint al met de start van het onderwijs in een nieuw onderwerp, want niets is belangrijker voor het goed plannen van onderwijs dan het aansluiten bij de voorkennis. In het vervolg bij de opbouw van begrippen en methoden is een directe terugkoppeling naar de leerlingen noodzakelijk. Die feedback moet betrekking hebben op alle genoemde typen kennis om het denken van de leerlingen zichtbaar te maken voor henzelf en voor docenten en begeleiders. Integratie van metacognitieve instructie en vakinhoudelijke kennis en feedback

**Denken bevorderend onderwijs**

Streven naar de verwerving van de volgende vier typen kennis

- Weten dat: kennis van feiten en begrippen, reproduceren
- Weten hoe: probleemaanpak, toepassen, onderzoeksvaardigheden
- Weten waarom: principes, abstracties, rijke cognitieve schema's, overzicht
- Weten over weten: reflecteren, monitoren, kennis over je eigen weten en aanpak

Leeromgeving	Stimuleren van vertrouwen en reflectie, intensieve interactie met docenten en medeleerlingen.
Opbouw cognitief schema	Contexten in wisselwerking met abstracties. Probleemaanpak en denkmethode ingebed in de vakinhoudelijke schema's.
Feedback	Frequente terugkoppeling op alle vier typen kennis om het denken van de leerlingen zichtbaar te maken.
Werkvorm	Interactie in grote en kleine groepen, individueel werk.
Functie docent	Ontwerpen van opdrachten en feedback, interactieve instructie en explicitering van alle vier typen kennis.
Beoordeling	Toetsing van alle vier typen kennis met de daarbij passende toetsmethoden en opdrachten.

op de metacognitie van leerlingen kan hun kennis op een hoger niveau brengen en zelfstandig leren stimuleren.

Naast die feedback en diagnostische toetsing zal de docent *werkvormen* moeten organiseren die passen bij het type leerdoelen, het type kennis, dat door de leerlingen moet worden verworven. Soms poneert de docent een probleem en moedigt leerlingen aan om na te denken over een oplossing. Of hij vraagt de leerlingen om uit te leggen wat zij hebben gedaan of hij gaat samen met hen een overzicht van begrippen en methoden samenstellen. Op een ander moment werken leerlingen in tweetallen achter de computer aan een probleem of werken zij in viertallen aan een open opdracht. Soms zijn de leerlingen individueel en zelfstandig aan het werk om hun beheersing van de basiskennis te vergroten, dan weer maken ze in hun digitale werkrimte een diagnostische toets en krijgen automatisch de feedback retour die de docent voor hen heeft ontworpen.

Aansluitend op die intensieve feedback en een breed palet van passende werkvormen is de manier van *beoordelen* beslissend voor de aandacht die leerlingen en docenten aan de leerdoelen besteden. Worden leerlingen en docenten door middel van de standaard pen- en papier-toetsen alleen afgerekend op het verwerven van kennis van het eerste type, dan zal een inhoudelijke niveauverhoging weinig kans maken. De dominantie van centrale schriftelijke of elektronische toetsing leidt automatisch tot een concentratie op beperkte leerdoelen en tot een training op typen opgaven die op de centrale toets verwacht worden. De keuze voor kennisdoelen van de andere types impliceert een decentrale toetsing volgens de geschetste toetsmethoden.

**De inrichting van de Tweede Fase**

Helaas zijn we bij de structuurfouten van de Tweede Fase nog niet aan het einde van de ellende. Ik verzoek u nog even met mij terug te gaan naar de invoering van het nieuwe onderwijsstelsel met de schooltypen havo-vwo in 1968. De voornaamste structurele verandering binnen die nieuwe schooltypen was wel dat de leerlingen in de bovenbouw havo-vwo de gelegenheid kregen om zich op zes of zeven examenvakken te concentreren. Dat sluit aan bij de *belangstelling* van de leerlingen en geeft hen de kans om zich in een beperkt aantal vakgebieden te *verdiepen*, zo was de gedachte. Geen verplichte eenheidsworst meer, maar *honoreren* van *verschillen* in aanleg en belangstelling tussen de leerlingen. Het verplichte aantal van 15 theorievakken in de hbs en nog meer in het gymnasium werd kennelijk op goede gronden teruggebracht tot zes of zeven. Daarin sloot Nederland zich bovendien aan bij de andere West-Europese landen.

Geheel anders is het politieke klimaat bij de invoering van de basisvorming en de Tweede Fase havo-vwo. Het ene verplichte vak of deelvak wordt bovenop het andere gestapeld met als argument dat wij in Nederland moeten zorgen voor een *algemene* en vooral *brede* vorming. Dat uit zich vooral in de introductie van algemeen verplichte nieuwe vakken, zoals Techniek, Verzorging, Informatiekunde, Algemene Natuurwetenschappen, Culturele en Kunstzinnige Vorming, meer moderne talen en wiskunde voor iedereen verplicht. Met name de Tweede Kamer was bijna niet te stuiten in het bedenken van verplichtingen en het invoeren van nieuwe vakken. De argumentatie voor de *beperking* tot zes of zeven examenvakken vanaf 1968 werd zelden gehoord. In de basisvorming zijn het er vijftien geworden, in de Tweede Fase van havo-vwo tien tot twaalf. De versnippering ten top. Dat goede curricula zich kenmerken door een combinatie van diepgang met een zekere breedte (Schmidt, TIMMS, 1997, 2000) in plaats van "a mile wide and an inch deep" is nog niet doorgedrongen tot de Nederlandse beleidsmakers.

U kunt ongetwijfeld voorspellen wat er nu komt. In het inspectierapport over de basisvorming wordt gesteld dat het aanbod van vijftien vakken en ook nog eens vijftien verschillende leraren erg versnipperd is en dat leraren niet kunnen overzien hoe zo'n totaalpakket op de leerlingen overkomt. Ook in de rapportage over de Tweede Fase havo-vwo (Tweede Fase Adviespunt, 2001) merken veel scholen op dat de ervaren overladenheid mede een gevolg is van de enorme versnippering over zoveel vakken.

Laat ik ter afwisseling een politica, Mevrouw Lambrechts, onderwijspecialist voor D66 in de Tweede Kamer, citeren (NRC 2001):

"Ik zie de overladenheid en versnippering nu beter dan een aantal jaren geleden, dat geef ik toe."

"Met de onderwijsvernieuwingen is te veel de verbreding en te weinig de verdieping gezocht."

"Vijftien vakken in de basisvorming is veel te veel. Zeker voor de leerlingen in het vmbo."

"Ondanks waarschuwingen heeft de huidige staatssecretaris een vmbo-programma vastgesteld waarvan de onderwijsraad schreef dat het onuitvoerbaar was voor leraar en leerling."

"Ik bewaar dan ook alle dossiers, documenten en brieven over de Tweede Fase veilig achter slot en grendel voor de onvermijdelijke parlementaire enquête over dit onderwerp."

**Profielen**

Is er dan niets goeds te zeggen over de structuurverandering door middel van de Tweede Fase? Voor de zogenaamde pretpakketten, met alleen een tweetal moderne vreemde talen en wat zaakvakken, zijn nu toch solide *profielen* met een optimale aansluiting op het hoger

onderwijs in de plaats gekomen?! Het vervolgonderwijs, het hbo en het wo, zal toch wel erg blij zijn met die profielen, omdat ze zo mooi *aansluiten* op de clusters van studierichtingen in dat hoger onderwijs. Laat ik mij beperken tot de twee natuurwetenschappelijke profielen Natuur en Gezondheid en Natuur en Techniek op het vwo.

Voor wie waren die profielen bestemd? Dat was duidelijk, Natuur en Gezondheid sluit aan op de levenswetenschappen, de medische en de biologische studies, Natuur en Techniek op de meer exacte technische wetenschappen en natuurwetenschappen. De profielvakken wiskunde B1, natuurkunde 1 en scheikunde 1 uit N&G moeten dus in N&T hun meer exacte verdieping hebben in de vakken wiskunde B2, natuurkunde 2 en scheikunde 2. Elders (van Streun 2000) heb ik al onderbouwd dat een zwakte in het Nederlands onderwijs (internationaal gezien) tot nu toe lag bij het ontbreken van differentiatie voor de B-leerlingen, het niet op niveau aanbieden van het voortgezette, meer op onderzoek gerichte en meer exacte onderwijs in de wiskunde en natuurwetenschappen voor leerlingen, die daardoor intellectueel en emotioneel worden uitgedaagd. In de N&T groepen bevinden zich de echte bèta's, zodat we in Nederland eindelijk weer voor die doelgroep op hun exact niveau wiskunde en natuurwetenschappen kunnen bedrijven. Een mooie kans om dat deel van de Nederlandse jeugd te inspireren voor techniek en natuurwetenschappen op het hoogste niveau, in samenwerking met het hoger onderwijs.

Zijn de programma's van wiskunde B2, natuurkunde 2 en scheikunde 2 daar ook op geschreven? En hoe pakt dat uit in de scholen? (Zie Tweede Fase Adviespunt, 2001.) Wiskunde B2 is gericht op het leren probleemoplossen, redeneren en bewijzen aan de hand van Euclidische meetkunde en het onderwerp rijen. Het stapelt niet erg op het vak wiskunde B1 en heeft daardoor een eigen karakter. Leraren en leerlingen lijken tevreden. Natuurkunde 1 is volgens de natuurkundeleraars te zwaar voor de doelgroep N&G en Natuurkunde 1,2 is slechts een zwakke uitbreiding van Natuurkunde 1 zonder een eigen karakter. Voor het vak Scheikunde geldt precies hetzelfde. De twee laatstgenoemde vakken zijn kennelijk niet goed afgestemd op de doelgroepen. Terecht vragen leraren om een inhoudelijke herverkaveling tussen het deelvak 1 en het gehele vak 1,2.

Nog even terug naar de *aansluiting* van de profielen op de bijbehorende clusters in het hoger onderwijs. Onder druk van vooral de technische universiteiten is de toelating niet meer gekoppeld aan het profiel Natuur en Techniek, maar aan een combinatie van Natuur en Gezondheid en Wiskunde B1,2. Die laatste conditie is vervolgens ook geschrapd en de algemene universiteiten zijn uit concurrentieoverwegingen gevolgd. *Dwaas* als men verwacht op die manier meer goede studenten te kunnen trekken, dus studenten voor wie het profiel Natuur en Techniek te zwaar is! *Dwaas* omdat niet alleen de gewenste verbeterde aansluiting geen kans krijgt, maar ook omdat het enige profiel



Den Haag, Malieveld, 6 december 1999: scholierenstaking tegen de gevolgen van de invoering van het studiehuis op het havo en het vwo.

dat interesse van leerlingen voor de meer exacte studies kan wekken op de tocht komt te staan.

Wat zeggen de scholen? Een citaat uit het rapport (Tweede Fase Adviespunt, 2001): "Men heeft de indruk dat door veranderde instroom-eisen in het hoger onderwijs het profiel Natuur en Techniek op (korte) termijn niet af nauwelijks meer gekozen zal worden." (Het keuzepercentage is nu nog 20% op het vwo.)

"Het wordt als zeer teleurstellend ervaren dat het hoger onderwijs is gaan schuiven met de instroom-eisen, en het doet scholen dan ook opmerken dat een onderzoek naar de wenselijkheid en mogelijkheid te komen tot één N-profiel voor de hand liggend is."

Het risico is groot dat op deze manier de kans om onderwijs te ontwerpen en uit te voeren dat toegesneden is op de potentiële bèta's door de universiteiten om zeep wordt gebracht. Onderwijs dat zich vanzelfsprekend in de eerste plaats richt op het verwerven van kennis van het type *Weten hoe* en *Weten waarom*, en niet op nog meer leerstof en kennis van het type *Weten dat*.

Samenvattend kom ik tot de volgende systeemfouten in de inrichting en uitvoering van de Tweede Fase havo-vwo.

### Systeemfouten Tweede Fase

1. De werkelijk beschikbare studielast is hooguit 70% van de studielast waarop de examenprogramma's zijn vastgesteld.
2. De versnippering over het grote aantal vakken maakt het onmogelijk om de vereiste diepgang en beheersing van de profielvakken te bereiken.
3. Voor de profielvakken is sprake van een achteruitgang in kennis, niveau en praktische vaardigheden in plaats van een vooruitgang.
4. De overladenheid en versnippering heeft mede tot gevolg dat van didactische vernieuwingen zoals bedoeld niets terecht is gekomen.
5. De overladenheid en versnippering heeft geleid tot een duidelijke taakverzwaring voor de leraren die in minder contacttijd en met minder werkelijk beschikbare studielast gelijke prestaties op examens moeten nastreven.
6. De profielvakken natuurkunde en scheikunde van het profiel Natuur en Techniek in het vwo zijn niet goed op de doelgroep afgestemd.
7. Door het laten vallen van het profiel Natuur en Techniek als verplichte toelatingseis voor technische en natuurwetenschappelijke opleidingen ondermijnen de universiteiten dat profiel en de aansluiting vwo-wo.

### Werken aan inhoudelijke onderwijsvernieuwing

Het is uit het voorgaande voldoende duidelijk geworden dat analoog aan de beoogde herinrichting van de basisvorming ook de systeemfouten in de inrichting van de Tweede Fase eerst op korte termijn moeten worden gerepareerd, voordat er ruimte komt voor inhoudelijke onderwijsvernieuwing. De centrale overheid zal een andere rol moeten gaan vervullen, gekenmerkt door minder regelgeving en het meer stimuleren van inhoudelijke onderwijsvernieuwing. Dat heeft consequenties voor de dominante positie van de centrale examens. De scholen moeten net als bij de basisvorming veel meer ruimte krijgen om naar eigen inzicht de Tweede Fase havo-vwo in te richten. Vervolgens moeten maatregelen worden getroffen om leraren tijd te geven voor het ontwikkelen van hun deskundigheid in het ontwerpen en uitvoeren van vernieuwend onderwijs. Tenslotte moet de inhoudelijke onderwijsvernieuwing worden ontworpen in projecten waarin de veldexpertise van scholen en de vakinhoudelijke en vakdidactische know-how van het hoger onderwijs worden samengebracht.

### Rol van de centrale overheid

Het Sociaal Cultureel Planbureau bracht in 1999 een studie uit onder de titel 'Scholen onder druk'. Die studie werd ingegeven door bezorgdheid over de positie van scholen. Uit rapporten van de onderwijsinspectie en uit onderzoek blijkt telkens weer hoe groot de afstand is tussen de beleidsambities en de dagelijkse onderwijspraktijk. Als gevolg van alle eisen, wensen en verwachtingen dreigt de kerntaak van de school — het geven van goed onderwijs — in het gedrang te komen. Aldus een conclusie uit deze studie. De inspecteur-generaal van het onderwijs, Mertens (2000), verklaarde in een workshop en bij zijn vertrek naar een ander ministerie dat de maat van de bemoeienis van de centrale overheid met het onderwijs vol was. Ik citeer Mertens: "Decennia is er aan het onderwijsbestel gecureerd; de resultaten stemmen niet tot tevredenheid."

"Het is nu weer tijd de afzonderlijke school in haar eigen verantwoordelijkheid te beschouwen, mogelijkheden te bieden en haar op die verantwoordelijkheden aan te spreken."

"Een belangrijk verschil met eerdere fasen in de ontwikkeling van het onderwijs is nu dat niemand precies weet hoe het onderwijs zal moeten veranderen. De verandering als zodanig kan derhalve geen object zijn van centraal beleid gewoon omdat het beleid het ook niet weet."

"Uiteraard zal het centraal beleid wel de voorwaarden moeten creëren dat er elders voldoende ruimte is om beleid te voeren. Op dit ogenblik is de belangrijkste opgave: hoe kunnen scholen toegerust worden opdat ze adequaat onderwijskundig beleid zelfstandig kunnen voeren?" "Deze werkwijze heeft als voordeel dat scholen en het personeel — docenten dus — in hun professionaliteit serieus genomen worden omdat ze uitgenodigd worden zelf antwoord te geven op de gestelde vragen. Ze zijn niet langer object van een nationale innovatiestrategie waarbij externe evaluatoren vaststellen of de scholen al dan niet voldoen aan de van buiten opgelegde doelen."

Het lijkt erop dat het beleid van het ministerie zich ook in die richting gaat bewegen. De proef op de som is de reactie van het beleid op de evaluatie van de basisvorming en de structurele problemen in de Tweede Fase havo-vwo. Krijgen de scholen meer ruimte voor een eigen invulling en wordt de centrale regelgeving versoepeld of durft de politiek de consequentie, namelijk een grotere differentiatie tussen scholen, niet aan? Daar hangt vanaf of de gewenste inhoudelijke onderwijsvernieuwing een kans krijgt.

### Balans tussen schoolexamen en centraal examen

Een belangrijke beperking van de didactische vrijheid van scholen is de dominantie van de centrale toetsing. Het centraal examen toetst uitsluitend *Weten dat* en domineert zodanig dat het werken aan andere vormen van kennis daardoor wordt weggedrukt. De Stuurgroep Tweede Fase stelde daarom voor om de resultaten van het schoolexamen en het centraal schriftelijk examen niet meer op één hoop te gooien en afzonderlijk te beoordelen. Leerlingen moeten voor beide examens slagen. Op het centraal schriftelijk examen moet dan een heel beperkt deel van de leerstofdoelen (kennis van het eerste type) worden getoetst. Dat vond ik een waardevol idee (Van Streun, 1995), een idee dat overigens al veel eerder door A.D. de Groot was geopperd (1993), met als argument dat op die manier de vrijheid van identiteit van een school kan worden gewaarborgd. Waardevol, mits het schoolexamen inderdaad andere kennis en vaardigheden beoordeelt dan het centraal schriftelijk examen. Door middel van het schoolexamen zijn onder andere de hogere typen kennis te toetsen en te beoordelen. Helaas liet het beleid dat idee van de Stuurgroep vallen.

### Reconstructie Tweede Fase

1. De voorgeschreven studielast terugbrengen tot de realiseerbare studielast met behoud van het beoogde niveau van de profielvakken. In 4 en 5 havo betekent dat een voorgeschreven studielast van 2200 uur (in plaats van 3200 uur) en in 4, 5 en 6 vwo wordt dat 3500 uur in plaats van 4800 uur.
  - a. In 4 en 5 havo Nederlands en Engels (nu samen 760 uur) verplicht en per profiel drie of vier profielvakken (nu samen 1160 uur) voorschrijven. In de resterende 280 uur de leerlingen twee vakken laten kiezen uit het schoolaanbod aan vakken.
  - b. In 4, 5 en 6 vwo Nederlands, Engels en Wiskunde A1 (nu samen 1240 uur) verplicht en per profiel drie of vier profielvakken (nu samen 1840 uur) voorschrijven. In de resterende 420 uur de leerlingen drie vakken laten kiezen uit het schoolaanbod.
2. Een evenwichtige verdeling aanbrengen tussen de weging van het centraal examen en het schoolexamen.
  - a. Het schoolexamen loskoppelen van het centraal schriftelijk examen, waarbij leerlingen voor beide examens moeten slagen.
  - b. De omvang van de toetsing van leerstof door het centraal schriftelijk examen in het havo-vwo per vak sterk beperken.
  - c. Analooch het eerste voorstel van de Stuurgroep de gelegenheid bieden om een vak vaker af te sluiten met een centraal examen.
3. De centrale sturing door gedetailleerde regelgeving te vervangen door sturing en stimulering op afstand.
  - a. De juristerij in het onderwijs terugdraaien door bijvoorbeeld het bureaucratische dwangbuis van het Programma van Toetsing en Afsluiting te vervangen door een model dat wel ruimte biedt voor didactische vernieuwing en creativiteit.
  - b. Met inbreng van het hoger onderwijs en de inspectie een systeem van onderwijsvisiteatie opzetten gekoppeld aan zelfstudies waarin scholen onder andere verantwoording afleggen over hun didactische invulling van de verkregen ruimte.
  - c. Netwerken en projecten van voortgezet en hoger onderwijs stimuleren en financieren, waarin concreet gewerkt wordt aan inhoudelijke onderwijsvernieuwing en deskundigheidsbevordering van leraren.

Op dit moment vragen de scholen om organisatorische redenen toestemming om meer vakken alleen met een schoolexamen af te mogen sluiten. En de staatssecretaris heeft toetsing van grote onderdelen van vakken tijdelijk verwezen naar het schoolexamen. De stap naar een wijziging van de examenregeling, zoals voorgesteld door de Stuurgroep, is een belangrijke voorwaarde voor de realisering van de bedoelde inhoudelijke onderwijsvernieuwing. Een forse verlichting van de omvang van het centraal examen maakt het mogelijk om een zwaarder accent te leggen op de toetsing van algemene vaardigheden en kennis van de tweede tot en met vierde type, bijvoorbeeld door praktische opdrachten, zelfstandig onderzoek en profielwerkstuk. We hebben gezien dat het zwaar laten meewegen van de beoordeling van dat type kennis juist een voorwaarde is voor het slagen van deze inhoudelijke onderwijsvernieuwing (Shavelson 2001).

### Reconstructie Tweede Fase havo-vwo

Voor een didactische vernieuwing moeten de scholen ook in de Tweede Fase meer ruimte krijgen om in de *programming* van het onderwijs eigen keuzes te maken. Dat is de enige manier om iets te doen aan de verlammeende versnippering en overladenheid van onze onderwijsprogramma's. De centrale regelgeving moet die ruimte scheppen door op een drietal gebieden meer keuzevrijheid aan de scholen te geven, namelijk door minder vakken *verplicht* voor te schrijven, een evenwichtige *balans* mogelijk te maken tussen de studielast voor het centraal schriftelijk examen (kennis van feiten en begrippen) en het schoolexamen (kennis over het hoe, het waarom en het weten over weten) en de verstikkende bureaucratische regelgeving te vervangen door *sturing op afstand*, analoog het hoger onderwijs. Mijn overwegingen om zo tot een herstructurering van de Tweede Fase te komen lopen volstrekt parallel aan de argumentatie in het advies van de Onderwijsraad ten aanzien van de toekomst van de basisvorming. Zo kom ik tot de volgende voorstellen voor de noodzakelijke herstructurering van de Tweede Fase, zoals die op korte termijn moet worden gerealiseerd. Elk voorstel bestaat uit een hoofddoelstelling, die moet worden gerealiseerd, en een mogelijke uitwerking op detailniveau. Op detailniveau is discussie mogelijk over de uitwerking van de hoofddoelstelling.

### Masters of Science in Education

Tien jaar ben ik met veel plezier fulltime wiskundeleraar geweest en tijdens mijn promotieonderzoek heb ik de kans gegrepen om weer een paar jaar parttime les te geven. Nog altijd voel ik mij een echte leraar en ben ik solidair met mijn collega's in de scholen. In deze 25 jaar heb ik met honderden leraren samengewerkt en u hebt ongetwijfeld begrepen dat deze rede mede tot doel heeft om hun creatieve ruimte voor inspirerend onderwijzen te vergroten tegen de druk van falend onderwijsbeleid en schoolmanagement in.

Zo kom ik op onze studenten en leraren in opleiding. Toen ik aantrad in 1974 leidde ik 50 wiskundeleraars per jaar op, 25 met wiskunde als eerste en 25 met wiskunde als tweede onderwijsbevoegdheid. De laatste vijftien jaar waren wij voor het vak wiskunde in Groningen de grootste universitaire lerarenopleiding in het land met een gemiddelde van ruim tien studenten per jaar. Dankbaar werk. Mijn zorg ligt niet bij het afnemende aantal, maar bij de reden voor die afname. De beeldvorming en de werkomstandigheden in het voortgezet onderwijs zijn in die periode door het overheidsbeleid zodanig verslechterd, dat te weinig studenten zich gemotiveerd voelen om als leraar aan de slag te gaan. Overal in het land blijken studenten die zich in de scholen oriënteren op het beroep van leraar af te haken door de waargenomen werkomstandigheden en de gesignaleerde uitholling van het beroep door de "zelfstandig werken trend" in veel scholen. Ons tegengif was de afstudeerrichting Educatief Ontwerpen, waarin wiskundestudenten ervoeren dat je ook in het huidige onderwijs spannend en inspirerend onderwijs kunt ontwerpen. In de laatste tien jaar zijn 36 wiskundestudenten in die richting afgestudeerd. Masters of Science in Education, voordat die term was uitgevonden.

