



✓ = Diagnostische ✗ = vragen in de bètavakken:

Misvattingen opsporen en aanpakken

Het ontwerpen van hoge kwaliteit diagnostische vragen in Docenten Ontwikkel Teams (DOTs) en deze beschikbaar maken voor alle bètadocenten

Michiel Dam

Vakdidacticus biologie en onderzoeker
ICLON Universiteit Leiden

Sofie Faes

Docent biologie en projectcoördinator
Heerbeek college & NVON



Samenvatting

Diagnostische meerkeuzevragen zijn een krachtig middel om misvattingen bij leerlingen zichtbaar te maken zodat een docent deze vervolgens effectief kan adresseren. Het ontwikkelen van deze vragen is echter tijdrovend en de kennis over de belangrijkste misvattingen is niet voor elke docent makkelijk vindbaar. Daarom hebben de NVON, NVvW en het ICLON het initiatief genomen om een landelijke set vragen te ontwikkelen voor hardnekkige misvattingen in de schoolvakken biologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde.

Gedurende de schooljaren 2022-2023, 2023-2024 en 2024-2025 komen bètadocenten van verschillende scholen vijf keer per jaar samen in een Docenten Ontwikkel Team om diagnostische meerkeuzevragen te ontwikkelen. Tussentijds worden de vragen in de eigen context uitgetest. In dit onderzoeksrapport beschrijven we de achtergronden van het project vanuit theorie en praktijk en beschrijven we de uitkomsten van onderzoek naar hoe bètadocenten de diagnostische meerkeuzevragen ontwerpen en implementeren en hoe zij daarin hun schoolomgeving betrekken.

De uiteindelijke vragen inclusief de toelichting voor docenten worden beschikbaar gemaakt op www.diagnostischevragen.nl en in de leermiddelen databank van wikiwijs.

Deze bundel bestaat uit de volgende onderdelen:

| | |
|---------------|--|
| Deel 1 | Onderzoek naar het ontwikkelen en testen van diagnostische vragen |
| Deel 2 | Voorbeelden van ontworpen diagnostische vragen per schoolvak |
| Deel 3 | Inzichten over het succesvol werken met een Docent Ontwikkel Team (DOT) |

Deel 1

Onderzoek naar het ontwikkelen en testen van diagnostische vragen

Theoretische achtergrond en aanleiding

Wanneer leerlingen de les binnenkomen dan nemen zij bepaalde ideeën en voorkennis met zich mee. Zo is er bijvoorbeeld een hardnekkige misvatting dat micro-organismen schadelijk zijn, ziektes veroorzaken en leven in vuile omgevingen (Simard, 2023). Zo'n denkbeeld blijkt het leren van meer correcte wetenschappelijke concepten over micro-organismen te hinderen, want leerling-denkbeelden die niet expliciet opgehaald en uitgedaagd worden blijven aanwezig. Denkbeelden die afwijken van algemeen geaccepteerde ideevorming vanuit de wetenschappelijke gemeenschap werden door de tijd heen aangeduid met termen als 'preconcepties', 'misconcepten (verkeerd opgebouwde kennischema's), misvattingen (misconcepten aangevuld met veelgemaakte fouten), 'alternatieve kaders', 'leerling denkbeelden' of 'intuïtief begrip'. Vanuit onderzoek weten we al vrij lang dat de taak van het veranderen van dit soort afwijkende conceptuele kennis niet gemakkelijk is. Dit geldt met name voor de term 'misvattingen' (misconcepten aangevuld met veelgemaakte fouten) die we in dit onderzoek centraal zetten, omdat misvattingen diep verankerd zijn in de cognitieve structuur waardoor leerlingen er zich weinig bewust van zijn (zie Ausubel 1968).

Er zijn verschillende verklaringen voor het ontstaan van misvattingen. In de huidige tijd waarin informatievoorziening via social media een steeds grotere rol heeft kan onlinegedrag en de daaruit volgende voorkeuren (gepersonaliseerde feeds) leiden tot misinformatie en misvattingen (Robb, 2017). Zo bleek recentelijk dat er online misinformatie bestaat over het gebruik van de anticonceptiepil (hormoongebruik zou ongezond zijn en zelfs kunnen leiden tot onvruchtbaarheid) wat mogelijk heeft geleid tot meer tienerzwangerschappen (Walchenbach & van der Vlugt, 2024). Ook de taalvaardigheid en verschillen in dagelijkse taal en vaktaal (Hajer & Meestringa, 2009) of het onderwijs zelf kan een factor zijn in het ontstaan van misvattingen, bijvoorbeeld via simplificaties in eerdere jaren van onderwijs of zelfs misleidende informatie in tekstboeken (Thsuma, 2015).

Omdat misvattingen het verder leren kunnen belemmeren is het van groot belang om inzicht te krijgen in specifieke en actuele misvattingen en hoe deze in de les op te sporen en adresseren. Hiervoor is het formatief handelen uitermate geschikt. Formatief handelen werd door Black en William (1998) omschreven als *'al die activiteiten die door leraren en/of door hun leerlingen worden ondernomen en die informatie verschaffen die als feedback kan worden gebruikt om de onderwijs- en leeractiviteiten aan te passen'* (Black & William, 1998, p. 8). De vier cruciale onderdelen in deze definitie zijn: activiteiten, informatie en feedback en onderwijs aanpassen (figuur 1).

Activiteiten → Informatie → Feedback → Aanpassen

Figuur 1:
Basisstructuur van formatief handelen (Black & William, 1998)

Om concreet formatief te handelen in de dagelijkse lespraktijk werden op basis van deze basisstructuur van formatief handelen verschillende modellen uitgewerkt. Zo stelden Ruiz-Primo & Furtak (2007) een indeling voor in vier stappen: leraar ontlokt reactie (**activiteit**), student reageert, leraar brengt reactie in kaart (**informatie**), leraar gebruikt reactie (**feedback**) om de les aan te passen (**aanpassen**). Antoniou en James (2014) voegden hier een voorafgaande stap aan toe: communicatie van verwachtingen. In Nederland werd de basisstructuur uitgewerkt in de volgende vijf stappen (Gulikers & Baartman, 2017):

| | | |
|--------|--|-----------------------|
| Stap 1 | Verwachtingen verhelderen | |
| Stap 2 | Studentreacties ontlokken en verzamelen | (activiteiten) |
| Stap 3 | Reacties analyseren en interpreteren | (informatie) |
| Stap 4 | Communicatie met studenten over reacties | (feedback) |
| Stap 5 | Vervolgactie ondernemen | (aanpassen) |

Formatief handelen blijkt in verschillende contexten regelmatig toegepast te worden, maar vraagt op verschillende terreinen aandacht om effectief te zijn (Johnson, 2019). In Nederland blijken bijvoorbeeld alleen bovengemiddeld presterende scholen meer nadruk te leggen op de stap van feedback geven op het leerproces voor de leerling (De staat van het onderwijs, 2020).

En alhoewel formatief handelen in de breedte momenteel steeds meer wordt toegepast, blijft het percentage leraren dat het structureel of diepgaand gericht op bepaalde leerproblemen inzet achter. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat veel docenten formatief handelen kennen, maar dat de implementatie in de praktijk verschilt per school en vakgebied (de SLO schat in dat 30-40% van de docenten in het VO regelmatig formatief handelt). Formatief handelen blijkt lastig, vooral vanwege randvoorwaarden zoals beperkte tijd en mogelijkheden van docenten (Schildkamp et al., 2014). Van de vijf stappen van Gulikers & Baartman blijkt dat leraren vooral stap 2 vormgeven (ontlokken van studentreacties). Er werd weinig gevonden over concrete docentgedragingen met betrekking tot stap 4 (feedback geven aan studenten) en stap 1 komt ook beduidend minder aan bod. Verder laten studies zien dat docenten het minst handelingsbekwaam zijn voor stap 5 (het ondernemen van vervolgstappen) (Gulikers & Baartman, 2017).

Voor een effectieve formatieve aanpak is het belangrijk om de volledige cyclus te doorlopen, maar dit gebeurt vaak niet. De docent in de klas speelt een sleutelrol in dit proces, maar heeft tegelijkertijd beperkte tijd en middelen om elke stap uit te voeren. Daarom is het essentieel om docenten te ondersteunen en te ontzorgen bij hun formatieve werkzaamheden, vooral als het gaat om het aanpakken van misvattingen.

Uit literatuur over misvattingen blijkt dat er in het verleden (jaren '80, '90 en 00') veel meer onderzoek dan nu is geweest naar welke misvattingen bestaan bij verschillende domeinen in de verschillende bètavakken. Bij Natuurkunde zijn er in die periode bijvoorbeeld studies gedaan naar misvattingen over het verschil tussen snelheid, verplaatsing en versnelling (Jones, 1983) of de relatie tussen warmte en energie (Thomaz et al., 1995). Bij Scheikunde zijn misvattingen onderzocht zoals dat alle elektronenparen gelijk worden verdeeld bij een covalente binding (Ozmen, 2004) of over zuren en basen (Barke et al., 2008). Bij wiskunde zijn er in die jaren veel studies gedaan naar aanhoudende algebra fouten (Kirshner et al., 2004) en bij biologie werden studies gedaan zoals dat cellen op eenzelfde manier zuurstof nodig zouden hebben als ademhaling van mensen op organisme niveau (Flores et al., 2003) of waarom leerlingen bepaalde organismen wel of niet als plant zagen (Barman et al., 2006). Dit soort studies naar specifieke misvattingen hebben in recente jaren maar beperkt opvolging gekregen.

Het toepassen van dit soort misvattingen uit wetenschappelijk onderzoek in de dagelijkse lespraktijk blijkt lastig voor docenten. Dit is zichtbaar in het feit dat leraren-in-opleiding worden verplicht zich op misconcepten te richten maar eenmaal bevoegde docenten vrijwel geen aandacht of tijd meer hebben om zich erin te verdiepen. Tegelijk wordt van docenten wel verwacht dat zij op de hoogte zijn van misvattingen en deze gericht opsporen en adresseren in de lessen. De weg van wetenschap naar de praktijk werkt hierbij dus vrijwel niet, maar docenten allemaal zelf iets laten ontwerpen werkt ook niet omdat dit teveel tijd en achtergrond in misvattingen en manieren om deze aan te pakken vraagt. Daarom dienen docenten te worden ondersteund met een betrouwbare en effectieve aanpak voor formatief handelen om misvattingen te adresseren.

Bij deze aanpak zijn twee belangrijke eisen:

-
- A. **alle vijf stappen van formatief handelen moeten worden doorlopen,**

 - B. **de focus moet liggen op het opsporen en aanpakken van misvattingen die verband houden met recente maatschappelijke ontwikkelingen, zoals nieuwe onderwerpen in curricula, online misinformatie en taalontwikkelingen.**

Een van de meest veelbelovende aanpakken van formatief handelen gericht op misvattingen is het gebruik van diagnostische vragen (DV) waarbij leerlingen een keuze maken voor een van de vooraf opgestelde antwoorden (zie Faes, 2021). Deze DV zijn eenvoudig af te nemen in de klas (activiteit) en ter plaatse snel te scoren op misvatting (**informatie**) om direct als feedback (**feedback**) te gebruiken in het vervolg van de les (**aanpassen**). Bovendien kunnen ze specifiek gericht zijn op één misvatting waarbij de antwoordmogelijkheden de misvatting kunnen opsporen. Wanneer DV per vak en per onderwerp zouden worden gebundeld en ontsloten dan zou dit docenten enorm ondersteunen (ontzorgen) om misvattingen op te sporen en adresseren. Tegelijk moeten de DV wel up-to-date, valide en effectief zijn en dit vraagt onderzoek over hoe deze te ontwerpen en gebruiken. In schooljaar 2022-2023 bundelden de NVON, NVvW en het ICLON daarom hun krachten en organiseren een kwalitatief onderzoek naar het ontwerpen en gebruiken van diagnostische vragen.

Wat zijn kenmerken van een goede diagnostische vraag (DV)?

Een goede diagnostische vraag is zo ontworpen dat hij de docent helpt snel een geïnformeerde beslissing te nemen over wat de beste vervolgstap is. Hiervoor moet hij voldoen aan de volgende criteria (zie Barton, 2019.):

1. Diagnostische vragen moeten duidelijk en ondubbelzinnig zijn
2. Diagnostische vragen moeten één enkele vaardigheid of één enkel begrip onderzoeken
3. Leerlingen moeten binnen 10 seconden antwoord kunnen geven
4. Van elk onjuist antwoord moet je iets kunnen opsteken zonder dat de leerling het nader hoeft toe te lichten
5. Het moet niet mogelijk zijn om op het juiste antwoord uit te komen met behulp van een misvatting



Onderzoeksvraag

Hoe ontwerpen en implementeren bètadocenten diagnostische vragen (DV) voor en in hun lespraktijk?

Deelvragen:

Hoe komen bètadocenten tot de vraag en antwoordmogelijkheden en welke aandacht hebben zij daarbij voor theoretische bronnen en praktijkervaringen?

Hoe implementeren bètadocenten DV in hun lespraktijk?

Hoe betrekken zij hun directe schoolomgeving bij het ontwerpen en implementeren van DV?

Methode

Steekproef en Docent Ontwikkel Teams (DOT)

In het schooljaar 22-23 is er in vier DOTs door in totaal 41 bètadocenten gewerkt aan het ontwerpen van DV (Natuurkunde: 8, Scheikunde: 15, Wiskunde: 10, Biologie: 8). Deze werkgroepen kwamen in totaal vijf keer samen. Tussen de bijeenkomsten in werden de vragen met antwoord- mogelijkheden uitgetest in de lespraktijk. Op basis van de uitkomsten werden vragen aangepast in de daaropvolgende bijeenkomst. In totaal hebben 31 van de 41 docenten deelgenomen aan het onderzoek.

Onderzoeksoopzet, dataverzameling en analyse

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag werden verschillende typen data verzameld over het ontwerpen en het implementeren van DV. We kozen voor een exploratieve studie via een combinatie van kwalitatief (audio opnamen, logboeken) en kwantitatief (vragenlijst) onderzoek.

Ontwerpen van de DV

In de werkgroepen werden audio opnames gemaakt van de ontwerp- sessies. Ook vulden deelnemers een logboek in met vragen als 'Hoe kom je tot de opzet van de vraag en waar houd je rekening mee als je antwoorden opstelt?' en 'Welke bronnen gebruik je bij het ontwerpen van mogelijke antwoorden?'. Analyse vond plaats door alle uitspraken te clusteren en te zoeken naar categorieën en thema's (Miles & Huberman, 2014).

Implementeren van de DV

Via een online vragenlijst werd er na een periode van zeven maanden vanaf de start van de DOTs de implementatie in kaart gebracht met vragen als hoe vaak DV zijn ingezet, hoe DV zijn ingezet in de lessen, hoe er vanuit scores tot een beslissing over lesvervolg werd gekomen en welke beslissingen er n.a.v. de uitkomsten werden genomen.

Betrekken van schoolsetting

In een online vragenlijst werd aan het einde van de looptijd van het project voor drie fasen (het ontwerpen, uittesten en delen van de DV) gevraagd in hoeverre en op welke manier deelnemers anderen op school betrekken in iedere fase.

Resultaten

Ontwerpen van de DV

Deelvragen:

Hoe komen bètadocenten tot de vraag en antwoordmogelijkheden en welke aandacht hebben zij daarbij voor theoretische bronnen en praktijkervaringen?

Vragen

Deelnemers gaven meerdere redenen aan voor de onderwerpkeuze van de DV. Zo gaven sommigen aan dat zij de moeilijkheid van het onderwerp zelf tegenkwamen in de recente praktijk: 'Ik merkte in mijn lessen dat leerlingen niet goed weten hoe CO₂ getransporteerd wordt, het had ook nauwelijks aandacht in mijn lessen' of 'Ik kwam veel fouten tegen in de zuur-base reactie bij het nakijken van een toets' of omdat het nu eenmaal in de planner staat voor hun klas(sen). Andere deelnemers gaven aan het onderwerp te kiezen omdat er in het algemeen veel fouten in dit onderwerp worden gemaakt: 'Elektriciteit, want er bestaan veel misvattingen over', of 'Mechanica en de gemiddelde snelheid want daarbij gaan leerlingen vaak de mist in en heb ik zelf goed een zicht op welke fouten te maken', of: 'Evolutie; bij leerlingen bestaan een aantal hardnekkige misconcepten'.

Antwoorden

Bij het opstellen van antwoorden blijken er meerdere manieren te bestaan. Allereerst gaven deelnemers aan dat zij het samenwerken en gebruik maken van elkaars expertise erg waardeerden in het opstellen van antwoorden: 'Met elkaar bespreken wat de denkbeelden zijn waar leerlingen veel op vast lopen en op basis daarvan antwoorden bedenken die goed passen bij de verschillende denkbeelden' of 'Discussies over misconcepten zorgden voor de ideeën. De leerlingen in ons achterhoofd houdend, wat voor fouten zouden ze kunnen maken. Dit is gebaseerd op ervaring.'

Daarnaast worden gemaakte toetsen genoemd als bron voor antwoordmogelijkheden: 'Veelgemaakte fouten op toetsen meenemen als antwoordopties, of 'Ik wist van een oude toetsvraag dat die vaak verkeerd gemaakt werd.'

Ook wordt het lesboek genoemd: 'We gebruikten de theoriestukjes uit het hoofdstuk (GR) bij het opstellen van de antwoorden bedenken we wat de leerlingen fout zouden kunnen doen'. Tenslotte waarderen de deelnemers vrijwel allemaal het cyclische ontwerpen en uittesten waardoor antwoorden steeds beter konden worden: 'De vraag meerdere keren aanscherpen. Zorgen dat er inderdaad maar 1 ding gevraagd wordt in de vraag. En zorgen dat mogelijke verkeerde concepten van leerlingen er ook uit kunnen komen.'

Bronnen

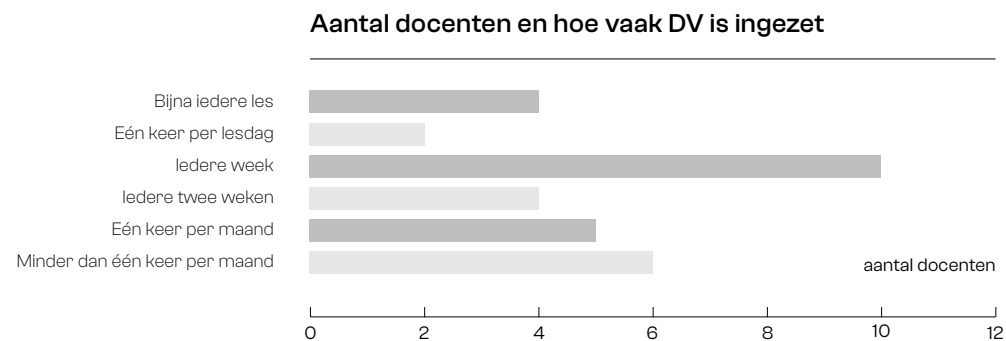
Voor wat betreft het gebruik van bronnen gaf 95% van de deelnemers aan dat zij vooral de eigen ervaringen in het geven van de onderwerpen gebruiken bij het opstellen van de vraag en antwoordmogelijkheden. Één deelnemer gaf aan een online misconceptenbank te gebruiken met daarbij de opmerking dat deze achterhaald bleek en een andere deelnemer gaf aan een wetenschappelijke artikel te hebben geraadpleegd.

Resultaten

Implementeren van de DV

Hoe vaak zijn DV ingezet

Vier deelnemers geven aan dat zij bijna iedere les een DV hebben ingezet. Een grove berekening laat zien dat deze deelnemers in zeven maanden lesgeven (26 weken met ca. 12 lessen per week) ieder zo'n 300 DV hebben ingezet. De grootste groep deelnemers (n=10) heeft iedere week een DV ingezet (20 DV in de genoemde periode) (zie figuur 2).



Figuur 2:
Overzicht van hoe vaak docenten een DV hebben ingezet

Hoe DV zijn ingezet

Omdat deelnemers DV op verschillende manieren kunnen afnemen, konden zij meerdere opties aangeven. De meest voorkomende manier blijkt het antwoorden met handen of vingers omhoog (of zitten/staan), gevolgd door het inzetten van digitale tools (mentimeter, socrativ, kahoot) en wisbordjes of vellen papier (zie figuur 3).

Manieren van inzetten in de klas

- 22 Met handen/vingers omhoog
- 14 Digitale tools
- 11 Met wisbordjes of papier
- 5 Overig: alle leerlingen langsgaan (kleine klas), meerkeuze meeneem toets 2x, onderwijsleergesprek

Figuur 3:
Overzicht van hoe deelnemers DV inzetten in hun klassen

Hoe uitkomsten in kaart gebracht

De meeste deelnemers gaven aan de uitkomsten in kaart te brengen door zelf rond te kijken. Daarnaast worden scores ook veelal in kaart gebracht met behulp van de digitale tools die ingezet werden (zie figuur 4).

Hoe zijn de uitkomsten door docenten in kaart gebracht?

- 23 Zelf rondgekeken
- 12 Digitaal
- 4 Niet, dat deed ik achteraf
- 3 Anders, tijdens de les rondlopen, turven

Figuur 4:
Overzicht van hoe docenten de antwoorden van leerlingen zichtbaar maken

Hoe van uitkomst naar beslissing

In het proces van formatief handelen komt na het ophalen van leerling antwoorden de belangrijke fase van data interpretatie en besluitvorming. Hoe komen deelnemers van bepaalde uitkomsten nu tot een beslissing? Vanuit onze data blijkt dat deelnemers in het vergelijken van de verzamelde antwoorden met de gestelde verwachtingen hoofdzakelijk heuristieken (vaste manieren van denken en werken) gebruiken om tot een beslissing te komen.

Zo noemde een deelnemer als beslisheuristiek bijvoorbeeld:

'Als bijna iedereen het goed heeft, dan benoem ik alleen het goede antwoord en ga ik door. Als bijna iedereen het fout heeft, dan behandel ik het leerdoel nog een keer op een andere manier. Als tussen 40 en 80 procent het goed heeft, dan gaan leerlingen onderling overleggen waarom iets goed of fout is. Na 3 minuten neem ik dan opnieuw de vraag af om te inventariseren.'

Een andere deelnemer noemde de eigen beslisheuristiek als:

'Als meer dan een enkele leerling "fout" gaat, ga ik altijd in de stof terug om te herhalen' en weer een ander 'Mijn manier van beslissen hangt af van mijn doel met de klas en het type misconception, wil ik bijvoorbeeld dat ze dit onderdeel 100% beheersen of niet? Meestal bedenk ik in mijn voorbereiding op de les welke aanvullende instructies of werkvorm passend zou zijn indien bij een groter deel van de leerlingen de misvatting aanwezig is.'

In tabel 1 is het denkproces weergegeven van een docent natuurkunde rondom een DV over warmtetransport. Vanuit de vooraf gestelde verwachting (meer dan de helft moet het goed hebben) beschrijft de docent welke beslissingen zullen worden genomen op basis van uitkomsten en hoe de les vervolgens zal lopen.

Wat hier minder werd genoemd maar wat we wel hadden verwacht waren meer open mogelijkheden om vanuit de data tot beslissingen te komen als: 'Ik laat leerlingen hun antwoorden klassikaal toelichten om de denkfouten erachter te kunnen ontdekken en daarop mijn leeractiviteiten aan te kunnen passen'

Diagnostische vraag

Bij een föhn wordt lucht opgezogen en door een warmte element geleid om vervolgens naar je haar geblazen te worden. Welke vorm van warmtetransport wordt gebruik gemaakt?

A. Stroming

één vinger

Wanneer de meerderheid het antwoord correct heeft, kies ik ervoor om alle antwoorden te doorlopen op alfabetische volgorde en om uit te leggen waarom de foute antwoorden niet correct zijn en waarom het goede antwoord wel. Als de meerderheid het antwoord fout heeft, dan splits ik de klas in groepjes met in elk groepje minimaal één iemand die het goede antwoord had. Dan geef ik de groepjes een aantal minuten om collectief erachter te komen waarom de meeste het fout hadden en waarom het goede antwoord dan wel goed is. Na die paar minuten stel ik opnieuw een diagnostische vraag over hetzelfde concept.

B. Geleiding

twee vingers

C. Straling

drie vingers

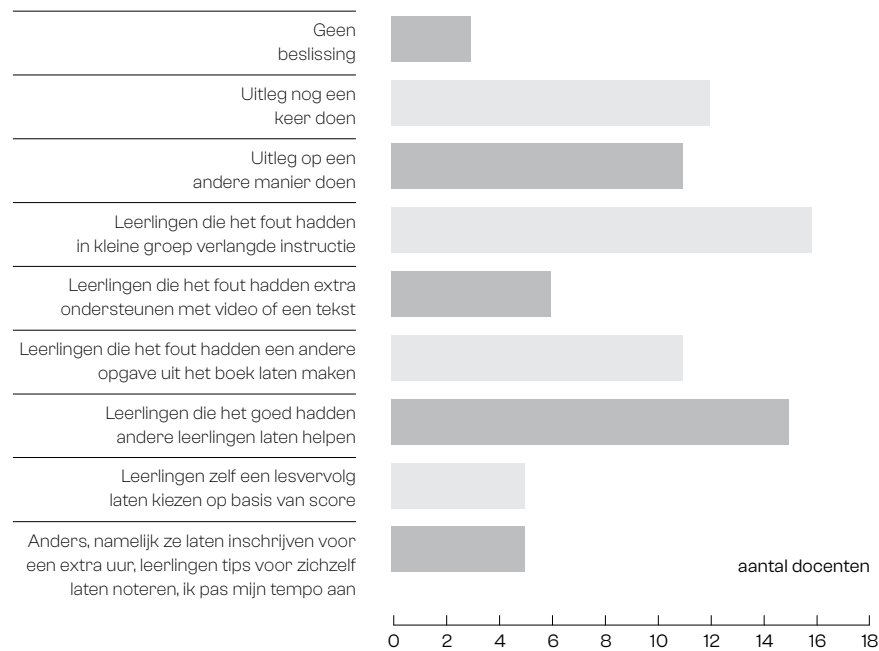
Mocht het zo zijn dat de volledige klas het antwoord fout heeft, dan begin ik opnieuw met de uitleg en probeer ik andere voorbeelden te geven om het nog duidelijker te maken. Stel dat de leerlingen specifieke voorkennis nodig hebben voor de vraag, dan zal ik daar ook nog extra aandacht aan besteden. Uiteindelijk zal dit resulteren in het opnieuw stellen van een diagnostische vraag. Als laatste blijft het scenario over dat alle leerlingen het antwoord goed hebben. Dan vraag ik een handvol willekeurige leerlingen om uit te leggen waarom een ander antwoord dan niet correct is en daarna ga ik verder.

Tabel 1:

Voorbeeld van de afwegingen van een deelnemers over het werken met een DV

Welke beslissing werd genomen

Deelnemers geven aan dat zij op veel verschillende wijzen de les hebben aangepast (zie figuur 5). De twee meest genoemde beslissingen zijn 'Leerlingen die het fout hadden in kleine groepen verlengde instructie geven' en 'Leerlingen dit het goed hadden andere leerlingen laten helpen'. Dit wordt in frequentie gevolgd door de opties: 'De uitleg nog een keer doen', 'Leerlingen die het fout hadden een andere opgave uit het boek laten maken' en 'de uitleg nog een keer op een andere manier doen'.



Figuur 5: Overzicht van de manieren waarop deelnemers hun lessen aanpasten op basis van de DV uitkomsten

Betrekken schoolsetting

Bij het ontwerpen en uittesten van de vragen heeft 54% van de deelnemers iemand betrokken (zie tabel 2). Daarvan heeft 38% één of enkele collega's uit de sectie betrokken en 16% iemand buiten de sectie. Bij het ontwerpen van de vragen geeft 43% van de deelnemers aan dit te doen binnen het sectie- of teamoverleg en een enkeling daarbuiten in gesprekken met individuen. In het uittesten van de vragen vindt er met name communicatie via de email of drive (43%) en af en toe via gesprekken.

Een hoger percentage van de deelnemers heeft de uiteindelijke vragen met anderen gedeeld (70%) waarbij zij allemaal aangaven dit te delen met een deel van - of de gehele vaksectie. De manier waarop de vraag wordt gedeeld bestaat voor 28% uit email communicatie en 28% in overleg binnen het sectie- of teamoverleg. Ook geeft 14% van de deelnemers aan dit via gesprekken met individuen te delen.

| deelnemers | | | |
|------------------------|--|---|---|
| | Hoeveel betrekken zij anderen op school? | Wie betrekken zij op school? | Hoe betrekken zij deze mensen op school? |
| Ontwerpen vraag | 54% iemand betrokken | 38% één of enkele vakcollega's 16% buiten de sectie | 43% sectie- of teamoverleg 11% individuele gesprekken |
| Uittesten vraag | 54% iemand betrokken | 38% één of enkele vakcollega's 16% buiten de sectie | 43% communicatie elektronisch 11% individuele gesprekken |
| Delen vraag | 70% iemand betrokken | 35% één of enkele vakcollega's 35% de gehele vaksectie | 28% sectie- of teamoverleg 28% communicatie elektronisch 14% individuele gesprekken |

Tabel 2: Overzicht van hoe deelnemers de schoolsetting hebben betrokken in het ontwerpen, uittesten en delen van de DV

Als aanbevelingen om de schoolsetting in de toekomst beter te betrekken geven alle deelnemers het belang aan van het (meer) samen met collega's samenwerken. Concrete tips hierbij zijn om samen te werken met collega's die in hetzelfde leerjaar lesgeven, het onderwerp stelselmatig terug te laten komen in overleggen en meer van elkaars expertise gebruik te maken in het ontwerpen en uittesten van de vragen. Daarnaast geven een aantal deelnemers (18%) aan dat zij meer tijd nodig hebben van school om te kunnen ontwerpen, testen en overleggen.

Conclusie en discussie

Uit de resultaten blijkt dat docenten bij het *ontwerpen* van DV heel dicht bij hun eigen praktijk blijven, zo komen de onderwerpen voor de DV voornamelijk uit de lessen of ervaringen en komen de antwoordmogelijkheden uit wat leerlingen veelal fout doen op de toets of in de les. Docenten gaven ook aan vooral het samenwerken erg te waarderen om tot precieze vragen en antwoordmogelijkheden te komen. Voor wat betreft het gebruik van bronnen gaf 95% van de docenten aan dat zij vooral de eigen ervaringen gebruiken. Deze sterke nadruk op de eigen praktijksetting en de eigen praktijkkennis is bekend vanuit literatuur en heeft veel voordelen zoals herkenbaarheid en praktische bruikbaarheid in de complexe setting van het lesgeven (Dam et al., 2021; Kennedy, 2008). Het zou in vervolgonderzoek echter ook interessant zijn om juist de koppeling met theorie meer te maken zodat ook misconcepten, werkwijzen en redeneringen die vanuit onderzoek bekend zijn een plaats kunnen krijgen in de klassenpraktijk.

De meest voorkomende manier van inzetten van de vraag in de klas blijkt om leerlingen te laten antwoorden door de handen omhoog te steken en het inzetten van digitale tools. De beslissing die docenten vervolgens maakten in de les werd met name gemaakt op basis van het vergelijken van de verzamelde antwoorden met de gestelde verwachtingen vooraf, waarbij docenten hoofdzakelijk heuristische gebruiken (vaste manieren van denken en werken) gebruikten (bv. als meer dan 1/3 het fout heeft, herhaal ik een deel van de uitleg).

De precieze aanpassingen in de les op basis van deze data bleken uiteenlopend, waarbij 'verlengde instructie', 'leerlingen dit het goed hadden andere leerlingen laten helpen' en 'de uitleg nog een keer doen' het meest voorkwamen. In ons onderzoek gaven docenten zelf aan hoe zij de vraag hebben ingezet en welke vervolgstappen zijn genomen.

In een vervolgonderzoek zou het interessant zijn om dit aanvullend te onderzoeken met behulp van video-opnamen. Ook zouden de verschillende aanpassingen in het vervolg van de les onderzocht kunnen worden op de mate waarin dit effectief is voor het leren van leerlingen (minder misvattingen aan het einde van de les?).

Voor wat betreft het *betrekken van de schoolsetting* bleek uit dit onderzoek dat ongeveer de helft van de deelnemers anderen op school heeft betrokken in de vraag ontwerpen, uittesten en deze delen. Hierbij werden met name één of enkele vakcollega's betrokken. Als aanbevelingen om de schoolsetting in de toekomst beter te betrekken geven alle deelnemers het belang aan van het (meer) samen met collega's samenwerken, op een stelselmatige, duurzame manier zodat het stevig in de school wordt geborgd.

In dit onderzoek hebben we gezien hoe bèta docenten in DOTs diagnostische vragen ontwikkelen en hoe zij dit vervolgens in hun lespraktijk inzetten. Inmiddels merken we dat de website waarop de vragen zijn verzameld, **www.diagnostischevragen.nl**, met veel enthousiasme ontvangen wordt door docenten. Vanuit de genoemde aanbevelingen voor vervolgonderzoek hopen we de komende tijd nieuwe onderzoeksprojecten op te zetten om nog meer grip te krijgen op kenmerken voor effectieve DV in de bètavakken.

Aanbevelingen vervolgonderzoek

Hoe kunnen docenten in hogere mate academische kennis gebruiken bij het ontwikkelen van diagnostische vragen?

Als de docent na het ophalen van de leerling antwoorden een vervolgactie kiest, wat zijn dan kenmerken van een beslissing die het meest bijdragen aan het leren van leerlingen?

Hoe kan de schoolsetting van de deelnemende docenten stelselmatig en duurzaam betrokken worden?



Literatuur

Barton, C. (2019). *Volgens Barton: lesgeven in wiskunde aan de hand van wetenschap, experts, en 12 jaar aan mislukkingen*. Phronese, Culemborg.

Faes, S. (2021). Ontdek misconcepten; Collectieve kennis vertaald naar bruikbare vragen. *NVOX*, 6, 46-47.

Flores, F., Tovar, M.A. & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*, 25, 269-286.

Gulikers, J.T.M. & Baartman L.K.J. (2017), *Doelgericht professionaliseren: formatieve toetspraktijken met effect! Wat DOET de docent in de klas?* NRO overzichtsstudie Universiteit Wageningen, Hogeschool Utrecht.

Hajer, M. & Meestringa, T. (2021). Taalsteun: meer dan een grabbelton. *Tijdschrift Taal*, 12 (20), 4-9.

Jones, A. T. (1983) Investigation of students' understanding of speed, velocity and acceleration. *Research in Science Education*, 13 (1), 95-104.

Kennedy, M.M., 2008. Teachers thinking about their practice. In: T. Good, ed. *21 century education: a reference handbook*. Thousand Oaks, CA: Sage, 21-31.

Robb, M. (2017). *News and Americas Kids - How Young People Perceive and are Impacted by the News*. San Francisco: Common Sense.

Schildkamp, K., Heitink, M., van der Kleij, F., Hoogland, I., Dijkstra, A., Kippers, W. & Veldkamp, B. (2014). *Voorwaarden voor effectieve formatieve toetsing. Een praktische review*. PPO-NRO 405-14-534. Den Haag: NRO

Thomaz, M. F., Malaquias, I. M., Valente, M. C. and Antunes, M. J. (1995) An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30 (1) 19-26.

Walchenbach, L. & van der Vlugt (2024). *Informatie over anticonceptie op TikTok - Een gebrek aan nuance en expertise*. Rutgers expertisecentrum seksualiteit.

Deel 2

Voorbeelden van ontworpen diagnostische vragen per schoolvak

Biologie

Hoe werkt de morning-after pil?

- A Het voorkomt ovulatie
- B Het voorkomt innesteling
- C Het veroorzaakt een abortus

Misvatting:

Leerlingen denken dat de morning-afterpil innesteling voorkomt en daardoor altijd werkt. Het stelt echter de ovulatie uit en als die al is geweest kun je zwanger worden ondanks dat je de morning-afterpil hebt geslikt.

Voor meer info zie:
thuisarts.nl/zwangerschap-voorkomen

Toelichting:

- A. GOED
- B. Leerlingen denken dat de morning-afterpil het baarmoederslijmvlies stugger maakt, zodat innesteling wordt voorkomen, dit stond vroeger zo in schoolboeken maar klopt niet.
- C. Leerlingen denken dat de hormonen in de morning-afterpil een abortus veroorzaken (dan laat het ingenestelde klopje cellen los van de baarmoederwand). Waarschijnlijk is dit een verwarring met de abortus pil.

Natuurkunde

Je fietst naar school met 20 km/h. 's Middags neem je dezelfde route terug, maar nu rijd je maar 10 km/h. Hoe groot is je gemiddelde snelheid?

- A $v_{\text{gem}} = 10 \text{ km/h}$
- B $v_{\text{gem}} = 13 \text{ km/h}$
- C $v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h}$
- D $v_{\text{gem}} = 17 \text{ km/h}$
- E $v_{\text{gem}} = 20 \text{ km/h}$

Misvatting:

Het gemiddelde is niet het rekenkundige gemiddelde.

Toelichting:

Stel de afstand is 10 km. Dan duurt de heenweg 0,5h, en de terugweg 1h. Je bent dus 1,5h onderweg om 20 km af te leggen. Dan is je gemiddelde snelheid $20/1,5 = 13,33 \text{ km/h}$

- A. Je vergeet dat je op de heenweg 20 km/h fietst. Daardoor is je gemiddelde snelheid in ieder geval groter dan 10 km/h.
- B. Correct!
- C. Je denkt waarschijnlijk dat je de snelheden mag middelen. Het gemiddelde van 10 en 20 is 15. Maar realiseer je dat de terugweg, door de lagere snelheid, ook veel langer duurt. Je bent dus langer 10 km/h aan het fietsen dan 20 km/h. Het fietsen met 10 km/h 'telt dus zwaarder mee'.
- D. De heenweg (20 km/h) duurt korter dan de terugweg (10 km/h). Daardoor telt de 10 km/h zwaarder mee voor de gemiddelde snelheid. En daarom ligt je gemiddelde snelheid onder de 15 km/h.
- E. Je vergeet dat je op de terugweg maar 10 km/h fietst. Daarom is je gemiddelde snelheid in ieder geval kleiner dan 20 km/h.

Deel 2

Voorbeelden van ontworpen diagnostische vragen per schoolvak

Scheikunde

Welke stof heeft het hoogste kookpunt?

- A CH₄
- B CH₂=CH₂
- C C₃H₈
- D Dit kun je niet weten zonder Binas

Misvatting:

Een dubbele binding zorgt voor een hoog kookpunt.

Toelichting:

- A. Leerlingen denken dat stoffen met kleinere moleculen hogere kookpunten hebben dat stoffen met grotere moleculen.
- B. Leerlingen denken dat een C=C binding zorgt voor een hoger kookpunt.
- C. GOED
- D. Leerlingen denken dat er geen verband is tussen molecuulgrootte en sterkte van de vanderwaalsbindingen.

Wiskunde

Wat is de eerste stap als je $f(x) = \frac{6}{3x+1}$ wil differentiëren?

- A Herleiden tot $f(x) = 2x + 6$
- B Herleiden tot $f(x) = 2x^{-1} + 6$
- C Herleiden tot $f(x) = 6(3x + 1)^{-1}$
- D Herleiden tot $f(x) = 6(3x + 1)^{\frac{1}{2}}$

Misvatting:

Verkeerd herleiden van een gebroken functie.

Toelichting:


- A. Allereerst de formule gelezen als $6/3x+6/1$ hierna foutief herleid tot $6x/3+6$
- B. De formule gelezen als $6/3x+6/1$
- C. GOED
- D. Bij het herschrijven de regel voor herschrijven van $c/[(ax+b)]^n$ verward met de regel voor het herschrijven van $cv(ax+b)$




Alle vragen zijn vindbaar op www.diagnostischevragen.nl en in de leermiddelen database van wikiwijs. De verzameling vragen is nog in ontwikkeling en in de loop van schooljaar 2024-2025 komen er vragen bij.

Deel 3 Inzichten over het werken met Docent Ontwikkel Teams (DOT)

In een Docenten Ontwikkel Team (DOT) komen docenten samen om systematisch aan lesmateriaal te werken. Er is een format en kwaliteitseisen waar het lesmateriaal aan moet voldoen, in dit geval een diagnostische meerkeuzenvraag. Door een iteratief proces van ontwerpen en verbeteren ontstaan er vragen die van hogere kwaliteit zijn dan een docent individueel kan opleveren. Daarnaast is een DOT een effectieve en leuke manier om ervaren docenten verder te professionaliseren.

Hieronder een opsomming van elementen die bijdragen aan het succes van onze DOTs:

-  Deelnemers werken tijdens bijeenkomsten aan een concreet product. Dit geeft richting en motivatie omdat het direct iets oplevert voor de eigen lespraktijk.
-  Deelnemers maken producten die goed te delen zijn met collega's. Het is motiverend om bij te dragen aan het verbeteren van zowel de eigen lessen als die van collega's om zo bij te dragen aan het leren van een grote groep leerlingen in Nederland.
-  Deelnemers maken gebruik van elkaars inzichten doordat impliciete kennis expliciet gemaakt moet worden in de formulering van vragen en antwoorden. We gebruiken een werkblad en werkvorm zodat dit optimaal plaatsvindt.
-  Door vragen samen te bespreken, veel voorbeelden te zien en te testen in de klas worden de deelnemende docenten beter in het goed formuleren van vragen en antwoorden.
-  Deelnemers wisselen in de bijeenkomsten veel informatie uit over vakinhoud en vakdidactiek, zoals goede video's, afbeeldingen, presentatie slide en werkvormen.

-  Deelnemers testen de vragen tussen de bijeenkomsten steeds uit in hun klas waardoor er feedback van leerlingen tijdens de volgende bijeenkomst ingebracht kan worden. Meerdere docenten testen daarbij dezelfde vraag uit waardoor het eindproduct beter is dan wat een individuele docent zou kunnen maken.
-  Deelnemers vergroten hun kennis en ervaring waardoor zij binnen hun eigen schoolsetting ook beter worden in het opsporen en adresseren van misvattingen bij hun eigen leerlingen.
-  Deelnemers worden gefaciliteerd voor het werk dat zij verzetten voor andere docenten. Hierin zijn verschillende constructies mogelijk.
-  Door al het bovenstaande leveren de bijeenkomsten positieve energie op en dragen ze bij aan werkplezier.

Een DOT waarin docenten samen lesmateriaal ontwikkelen is een effectieve en plezierige manier om ervaren docenten verder te professionaliseren. Heb je interesse om dit in je eigen organisatie of netwerk te organiseren? Vraag dan gerust om advies via diagnostischevragen@nvon.nl

Voor een vakvereniging is het een ideale manier om kennis van ervaren docenten en wetenschap beter te ontsluiten naar alle docenten die lesgeven in een vakgebied. Diagnostischevragen.nl staat open voor het toevoegen van andere vakken. Bij vragen of interesse kun je contact opnemen.

Betrokken personen en organisaties

Een woord van dank aan alle betrokkenen die een bijdragen leveren aan dit project. Het meest gaat onze dank uit naar de docenten die op hun vrije avond of zondag namiddag samenkomen om deze vragen te maken, te verbeteren en vervolgens te testen in hun eigen klaslokaal. Op deze manier leveren zij een waardevolle bijdragen aan nog beter bèta onderwijs voor alle leerlingen in Nederland. Dank jullie wel!

Deelnemers

Docenten Ontwikkel Teams

| | Naam docent | School en plaats | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Biologie | Dominique de Koning | St. Michaël College, Zaandam | |
| | Lieke Kievits | Alkwin college, Uithoorn | |
| | Sofie Faes | Heerbeek college, Best | |
| | Roland Gijsbers | Peelland college, Deurne | |
| | Max Klatser | Havo de Hof, Amsterdam | |
| | Wieke Meijer | Roelof van Echten College, Hoogeveen | |
| | Frode Numan | Regius college, Schagen | |
| | Jantien van der Hucht | Vlietland college, Leiden | |
| | Natuurkunde | Jelle Brill | Het nieuwe lyceum, Bilthoven |
| | | Timon Vrijmoeth | CSG Het Noordik, Almelo |
| Nathalie van der Weiden | | Alberdingk Thijm Scholen, Almere | |
| Wim van der Weiden | | Alberdingk Thijm Scholen, Almere | |
| Roeland Kamp | | Academie Tien, Utrecht | |
| Erik Hermsen | | Van der Capellen SG, Zwolle | |
| Margreet Schut - den Haan | | Lyceum Schravenlant, Schiedam | |
| Jacqueline Cremers | | Stedelijk Gymnasium, Breda | |
| David Da Silva Valadares | | Van Maerlantlyceum, Eindhoven | |
| Jonas Voorzanger | | Leerlevels, Amsterdam | |
| Helene van Harten | De Amersfoortse Berg, Amersfoort | | |
| Guus Mulder | Visser 't Hooft lyceum, Leiden | | |

| | Naam docent | School en plaats |
|-------------------|---------------------------------------|--|
| Scheikunde | Jan Scheele | De Havo Rotterdam, Rotterdam |
| | Loes Vermeij | Grotius College, Delft |
| | Arend Beens | Esdal College, Emmen |
| | Suzy Maljaars | Jordan Montessori Lyceum Utrecht, Zeist |
| | Doesjka Nijdeken | Tabor College Werenfridus, Hoorn |
| | Ton Bominaar | Harens Lyceum, Haren |
| | Hans Risseeuw | Stanislas College, Delft |
| | Anita Spanjer | Praedinius Gymnasium, Groningen |
| | Gerda Dundas | Next College, Leiden |
| | Wouter Renkema | VO Campus Eemsdelta, Appingendam |
| Wiskunde | Wouter den Boer | Montessori Lyceum Flevoland, Almere |
| | Marion van Brederode | Calandlyceum, Amsterdam |
| | Annemieke Veenma | OL De Amersfoortseberg, Amersfoort |
| | Nik Osinski | Cals college, Nieuwegein |
| | Els Franken | Windesheim, Zwolle |
| | Mariska Idema | Stanislas-college Westplantsoen, Delft |
| | Annelies van der Veen | Assink Lyceum & VSO Klein Borculo, Haaksbergen |
| | Job van Staveren | Assink lyceum, Haaksbergen |
| | Marianne Laponder | Da Vinci College, Leiden |
| | Jolanda Jager | EduHint, Educatieve Uitgeverij, Ede |
| Jinte Spijker | Scala College, Alphen a/d Rijn | |
| Monique Faken | Gymnasium Apeldoorn, Apeldoorn | |
| Rosanne Pries | Da Vinci College, Leiden | |
| Jim van Bekhoven | Maris College Belgisch Park, Den Haag | |

Bedankt

Kartrekkers

Jelle Brill, Els Franken, Dominique de Koning, Jan Scheele, Loes Vermeij en Sofie Faes

Voormalig kartrekkers

Jörgen van Remoortere, Nik Osinski, Jantien van der Hucht, Frode Numan

Projectcoördinatie

Sofie Faes

Hoofd onderzoek

Michiel Dam

Website en logo design

Eddy Erkelens

Foto's

Rosalie van Hirtum en Sofie Faes

Drukwerk design en opmaak

Bas Kleinhout

Scholen

We bedanken de scholen van de kartrekkers voor hun bijdragen



Betrokken organisaties



Financiers



Diagnostische meerkeuzevragen zijn een krachtig middel om misvattingen bij leerlingen zichtbaar te maken zodat een docent deze vervolgens effectief kan adresseren. Het ontwikkelen van deze vragen is echter tijdrovend en de kennis over de belangrijkste misvattingen is niet voor elke docent makkelijk vindbaar. Daarom hebben de NVON, NVvW en het ICLON het initiatief genomen om een landelijke set vragen te ontwikkelen voor hardnekkige misvattingen in de schoolvakken biologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde.

Gedurende de schooljaren 2022-2023, 2023-2024 en 2024-2025 komen bètadocenten van verschillende scholen vijf keer per jaar samen in een Docenten Ontwikkel Team om diagnostische meerkeuzevragen te ontwikkelen. Tussentijds worden de vragen in de eigen context uitgetest. In dit onderzoeksrapport beschrijven we de achtergronden van het project vanuit theorie en praktijk en beschrijven we de uitkomsten van onderzoek naar hoe bètadocenten de diagnostische meerkeuzevragen ontwerpen en implementeren en hoe zij daarin hun schoolomgeving betrekken.

De uiteindelijke vragen inclusief de toelichting voor docenten worden beschikbaar gemaakt op www.diagnostischevragen.nl en in de leermiddelen databank van wikiwijs.