

Context concept vragen

Leerlingen helpen beter te scoren bij het beantwoorden van contextrijke vragen

Naam student	Marloes van Avendonk
Studentnummer	2066752
Opleiding	Master Lerarenopleiding Scheikunde
Begeleidster	Kelly Stelwagen
Datum	15-05-2019

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting.....	3
Aanleiding van dit onderzoek.....	4
Onderzoeksvragen	6
Theoretisch kader.....	9
Methode van onderzoek	17
Praktische relevantie	24
Resultaten en Conclusies	25
Eindconclusie	35
Discussie en aanbevelingen.....	36
Literatuur.....	39
Bijlage 1. Uitgebreide taxonomie van Bloom	42
Bijlage 2. Toelichting van de zes denkniveaus van de taxonomie van Bloom	43
Bijlage 3. Observatiecodes bij de hardopdenkmethode	45
Bijlage 4. Zes opdrachten met denkproces noteren.....	46
Bijlage 5. Contextrijke opdrachten om op te lossen met de hardopdenkmethode, afkomstig uit eindexamen scheikunde havo 2017-I.	48
Bijlage 6. Resultaten eindexamen scheikunde havo 2017-I.....	50
Bijlage 7 Resultaten eindexamen scheikunde havo 2018-I.....	52
Bijlage 8. Resultaten van de schriftelijke toets.....	54
Bijlage 9. Resultaten hardopdenkmethode.....	55
Bijlage 10. Leren omgaan met contexten tijdens de scheikundeles	59

Samenvatting

Al enkele jaren krijg ik als docent regelmatig opmerkingen van 5 havo leerlingen over contextrijke opdrachten. Deze opdrachten worden door mijn leerlingen als moeilijk ervaren en hier wordt slecht op gescoord tijdens tentamens. Om te onderzoeken waarom leerlingen zo slecht scoren op contextrijke vragen, is gekeken naar de lesmethode en de lessen welke momenteel gebruikt worden op 5 havo. Verder is ook onderzocht hoeveel contextrijke opgaven er daadwerkelijk in het eindexamen van 2017-I en 2018-I terug kwamen, zodat het einddoel waar de leerlingen naartoe werken duidelijk is. Dit bleek in het eindexamen 2017-I 37% van het totaal aantal punten te zijn en bij het eindexamen 2018-I 30% van het totaal aantal te behalen punten.

Uit de literatuur blijkt dat er verschillende soorten contexten zijn namelijk:

- Leefwereldcontext
- Beroepscontext
- Wetenschappelijke context

Hierbij worden leefwereldcontexten als de gemakkelijkste contexten ervaren, omdat deze het dichtste staan bij de leefwereld van de leerlingen. In de twee onderzochte eindexamens bleek ook dat leefwereldcontexten het meeste gebruikt worden. Met 61% van de totaal aantal punten voor contextrijke vragen bij het examen 2017-I en 48% van het totaal aantal punten voor contextrijke vragen bij het examen 2018-I.

Verder worden de contextrijke opdrachten, na een vergelijking tussen taxonomieën, ook ingedeeld op de orde van denken volgens de taxonomie van Bloom. Dit om inzicht te krijgen in wat voor vragen de leerlingen kunnen verwachten bij de verschillende soorten contexten. Hieruit bleek dat bij het eindexamen voornamelijk de lagere denkkorde vragen gesteld worden bij de contextrijke opdrachten, namelijk 71% van de contextrijke vragen in 2017-I en 56% in 2018-I. Als er hogere denkkorde vragen gesteld worden, is dit voornamelijk bij leefwereld en beroepscontexten.

Nader onderzoek naar de gebruikte lesmethode, Chemie, gaf als resultaat dat er erg weinig training wordt gegeven vanuit de lesmethode, 6 van de 64 vragen in hoofdstuk 11 en 4 van de 59 vragen in hoofdstuk 12. Als er al contextrijke vragen worden aangeboden, zijn dit vaak hogere denkkorde vragen, waardoor het niet aansluit bij het eindexamen.

Ook de lessen bereiden de leerlingen onvoldoende voor op de contextrijke eindexamenvragen. Er wordt in ongeveer de helft van de lessen aandacht besteed aan contextrijke vragen, waarbij ook de verschillende soorten contexten aan bod komen, maar er worden bijna uitsluitend lagere denkkorde vragen geoefend. Hierdoor zit er geen opbouw in voor de leerlingen, iets wat wel nodig is om het beantwoorden van deze vragen onder de knie te krijgen.

Uiteindelijk zijn leerlingen gevraagd contextrijke opdrachten te maken. De antwoorden zijn beoordeeld aan de hand van de ABCD-methode en hieruit bleek dat zodra de leerlingen een context zien, de meerderheid ineens geen antwoord meer geeft. Door twee leerlingen contextrijke vragen te maken met behulp van de hardopdenkmethode is gebleken dat zij vooral vast lopen bij het vormen van een beeld van de vraag. De leerlingen kunnen niet verwoorden wat er van hen gevraagd wordt en wat ze hiervoor voor informatie uit de context nodig hebben.

Als conclusie kan worden gesteld dat de leerlingen behoefte hebben aan training op het gebied van het snappen van wat er gevraagd wordt bij een contextrijke vraag.

Als aanbeveling om leerlingen te leren omgaan met contextrijke vragen is belangrijk dat de docent begint met het introduceren van leefwereldcontexten gecombineerd met lage denkkorde vragen. Dit moet langzaam uitbreiden naar beroepscontexten en wetenschappelijke contexten. Ook de moeilijkheid van de vragen zal geleidelijk aan opgevoerd moeten worden. Door het vaak herhalen van dit soort vraagstukken zullen leerlingen geleidelijk aan beter worden in het beantwoorden ervan.

Aanleiding van dit onderzoek.

Sinds het schooljaar 2015/2016 geef ik les aan een 5 havo examenklas. Als ik de scheikunde eindexamens van de afgelopen 5 jaar bekijk, zie ik dat deze examens steeds meer artikelen en verhalen bevatten om het concept binnen het vak scheikunde te koppelen aan een context uit het dagelijks leven. Om leerlingen te helpen dit soort concept context vragen beter te kunnen beantwoorden proberen mijn collega en ik op de middelbare school waar ik momenteel lesgeef al in 4 havo geleidelijk aan te beginnen met de zogenaamde verhaaltjes vragen. In de drie jaar dat ik momenteel les geef in 5 havo merk ik elk jaar weer dat leerlingen de overstap van concrete vragen naar kennis, naar de context vragen, een moeilijke overstap vinden. Momenteel gebruik ik alleen de methode Chemie, met de daarin beschreven opdrachten, om mijn leerlingen voor te bereiden op dit soort vragen. Door de tegenvallende resultaten denk ik dat dit niet voldoende is.

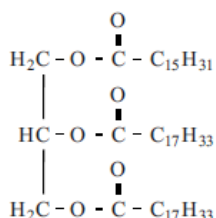
Vragen die ik krijg van mijn 5 havo leerlingen gaan over het moeite hebben bij het selecteren van belangrijke informatie, onduidelijkheid over wat er in het antwoord terug moet komen en onduidelijkheid over signaalwoorden zoals motiveer, leg uit of verklaar. Omdat ik verwacht dat dit soort vragen in het huidige scheikunde curriculum veel terug zullen blijven komen, zowel tijdens de lessen als in de toetsen en het eindexamen, vind ik het belangrijk dat ik mijn leerlingen beter voorbereid op dit soort vragen.

Een voorbeeld van een soort vraag die mijn leerlingen moeilijk vinden is een vraag uit het eindexamen van 2015, weergegeven in figuur 1:

Mayonaise

We dopen onze frieten erin, maar het zit ook op menig broodje gezond of in een salade: mayonaise. Mayonaise is een koude, witte saus op basis van olie en eidooiers.

Olie (vet) bestaat voornamelijk uit glyceryltri-esters: esters van glycerol en vetzuren. Een vereenvoudigde structuurformule van een glyceryltri-ester die in mayonaise voorkomt is:



Hierin zijn verschillende typen vetzuren veresterd.

Vetzuren kunnen worden onderverdeeld in de volgende typen: verzadigd, enkelvoudig onverzadigd en meervoudig onverzadigd.

- 2p 1 Beredeneer welk type of welke typen veresterde vetzuren in de hierboven gegeven structuurformule aanwezig zijn.

Figuur 1. Opgave 'Mayonaise' (havo 2015-I)

"Beredeneer welk type of welke typen veresterde vetzuren in de hierboven gegeven structuurformule aanwezig zijn." (eindexamen 2015-I). Leerlingen moeten hier een keuze maken voor een type vetzuur en daarbij hun redentie noteren. Dit laatste wordt door vele leerlingen niet opgeschreven in het antwoord. In het schoolexamen van 2016 is deze vraag gesteld aan 29 leerlingen. 22 van deze leerlingen gaven een incompleet antwoord. Ik verwacht dat deze leerlingen het moeilijk vinden om te beslissen wat hen precies gevraagd wordt bij een vraag waar beredeneer in staat en er daarom voor kiezen om alleen het antwoord te geven zonder een uitleg. Helaas lopen ze hierdoor wel punten mis.

Als ik de leerlingen een reproductievraag stel, zoals deze worden beschreven in de taxonomie van Bloom, hebben ze vaak minder moeite bij het beantwoorden van de vraag en dus met het behalen van de maximale aantal punten. Een voorbeeld van zo een vraag is:

“Geef de reactievergelijking van het kraken van undecaan ($C_{11}H_{24}$). Hierbij ontstaat pent-1-een en een andere stof.” (vraag uit het schoolexamen 2016).

Leerlingen weten hier precies wat er van hen verwacht wordt en twijfelen, vermoed ik, minder over wat ze moeten antwoorden. Van de 29 leerlingen die deze vraag gemaakt hebben bij het schoolexamen van 2016, hebben er 8 een incompleet of incorrect antwoord gegeven.

In mijn onderzoek wil ik graag gaan onderzoeken hoe ik mijn leerlingen kan helpen in het beter begrijpen en beantwoorden van vragen waar een context omheen zit zoals een artikel of een verhaal. Hiervoor wil ik als eerste onderzoeken op wat voor vragen ik mijn leerlingen aan het voorbereiden ben, namelijk het scheikunde eindexamen. Ik wil hierbij de vragen van het meest recente eindexamen gaan onderverdelen in verschillende categorieën. Als eerste wil ik gaan kijken hoeveel procent van de vragen contextrijk is en hoeveel van het totaal aantal punten met contextrijke vragen verkregen kan worden. Ook wil ik inzicht krijgen in wat voor soort context er gebruikt wordt. Uit de literatuur is blijkt dat dit een belangrijk aspect is in hoe moeilijk de leerlingen de vraag ervaren. Dit geeft me inzicht in het einddoel van de scheikunde lessen.

Vervolgens wil ik ook kritisch gaan kijken op welke manier ik mijn leerlingen momenteel help bij het leren beantwoorden van contextrijke vragen. Hierbij zal ik moeten kijken naar het lesboek wat ik momenteel gebruik en de lesvoorbereidingen welke ik gebruik in de scheikundelessen aan 5 havo. Ik vermoed namelijk dat er in het eindexamen procentueel gezien veel punten verdiend kunnen worden met contextrijke vragen maar dat ik mijn leerlingen hier niet veel mee in aanraking laat komen.

Als duidelijk is wat het einddoel van mijn leerlingen is en wat ze momenteel aan training ontvangen wil ik ook nog gaan kijken naar waar mijn leerlingen de fout in gaan bij het beantwoorden van contextrijke vragen.

Uit de literatuur is gebleken dat het beantwoorden van contextrijke vragen op verschillende punten fout zou kunnen gaan. Als eerste moet de leerling de vraag lezen. Ik wil weten of de leerling de vraag snapt en of hij begrijpt wat er van hem gevraagd wordt. Vervolgens moet de leerling kennis selecteren die hij nodig heeft om een antwoord te geven en bepalen wat er in het antwoord moet komen te staan. Hierbij moet hij gaan bepalen welke scheikundige concepten van belang zijn bij zowel de context als de vraag. Dit blijkt voor veel leerlingen erg lastig (Vosse, 2012). Vooral als een bepaald concept in de lessen maar gekoppeld is aan één soort context is het voor de leerlingen heel erg moeilijk om dit concept te herkennen in een ander soort context. (Vosse, 2012).

Als ik weet welke fouten de leerlingen maken kan ik mezelf een advies geven over hoe ik de leerlingen beter kan voorbereiden op de soorten contextrijke vragen die in het eindexamen terugkomen.

Ik verwacht dat dit onderzoek een concrete les of lesactiviteit oplevert over hoe leerlingen getraind kunnen worden in het beantwoorden van de soorten contextrijke vragen die voorkomen in het eindexamen scheikunde voor de havo. Hiermee hoop ik mijn leerlingen te kunnen helpen bij hun moeite met het selecteren van belangrijke informatie en hun twijfels over wat er in het uiteindelijke antwoord terug moet komen.

De nadruk zal in mijn onderzoek liggen op wat ik als docent kan doen voor mijn 5 havo leerlingen. Mijn collega wil ik vragen om mij in dit onderzoek te steunen, maar het accent zal liggen op mijn eigen functioneren als eerstegraads scheikunde docent.

Onderzoeksvragen

Randvoorwaarden:

- I. Het onderzoek heeft betrekking op 5 havo leerlingen van de middelbare school waar ik momenteel lesgeef, dus niet op bovenbouwleerlingen in het algemeen.
- II. Het onderzoek heeft betrekking op contextrijke vragen binnen het vak scheikunde.

Onderzoeksvraag

Hoe kan ik mijn 5 havo leerlingen het beste helpen beter te scoren bij het beantwoorden van contextrijke vragen?

In dit onderzoek wordt de volgende definitie van contextrijke vragen gebruikt. Het tot stand komen van de definitie kan teruggelezen worden in het theoretische kader.

Contextrijke vragen zijn vragen die korte realistische scenario's of situaties bevatten waar de leerling zich, met behulp van de uitleg, iets bij kan voorstellen. Deze vragen bevatten vaak een overvloed aan informatie waar de leerling bruikbare informatie uit moet selecteren.

Hoofd- en deelvragen

1. Hoeveel procent van het totaal aantal punten zijn te behalen met contextrijke vragen in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?
2. Wat voor soort contextrijke vragen komen voor in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?
 - a. Welke soorten context hebben de contextrijke vragen?
 - b. Hoe zijn de contextrijke vragen te categoriseren volgens Bloom?
3. Hoe en met welke frequentie worden de leerlingen momenteel ondersteund bij het beantwoorden van contextrijke vragen?
 - a. Hoe en met welke frequentie wordt in de huidige methode Chemie het beantwoorden van contextrijke vragen getraind?
 - b. Hoe en met welke frequentie wordt de leerling door de docent ondersteund om contextrijke vragen te beantwoorden?
4. Welke soorten fouten maken de leerlingen bij het beantwoorden van de contextrijke vragen?

Hoofdvraag 1. Hoeveel procent van het totaal aantal punten zijn te behalen met contextrijke vragen in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

Hoofdvraag 1 geeft informatie over mijn einddoel. Door te kijken naar de twee eerste tijdvak examens van de laatste twee jaren wordt een zo actueel mogelijk beeld verkregen van het eindexamen waar mijn 5 havo leerlingen op voorbereid worden.

Ik verwacht bij deze vraag te vinden dat ongeveer 50% van de totaal aantal punten te behalen is met het beantwoorden van contextrijke vragen. Dit verwacht ik omdat ik het gevoel heb dat in de hedendaagse scheikunde er steeds meer nadruk komt te liggen op het toepassen van kennis in een context in plaats van vragen naar concrete kennis.

Hoofdvraag 2. Wat voor soort vragen komen voor in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

Met behulp van hoofdvraag 2 wordt onderzocht welke soorten context er terug komen in de centrale examens scheikunde van havo 2017, tijdvak 1 en 2018, tijdvak 1.

Deelvraag 2a. Welke soorten context hebben de contextrijke vragen?

Contextrijke vragen zijn niet allemaal hetzelfde. Ze kunnen op het soort context van elkaar verschillen. In dit onderzoek heb ik gebruik gemaakt van de onderverdeling in:

1. *Leefwereldcontext*
2. *Beroepscontext*
3. *Wetenschappelijke context.*

Of de context bij de leefwereld aansluit, bij een bepaald beroep of dat er een wetenschappelijke context gebruikt wordt zal voor leerlingen een groot verschil zijn bij het beantwoorden van deze vragen. (Boersma et al, 2007). Ik verwacht hierdoor dat er voornamelijk leefwereldcontexten gebruikt worden bij het eindexamen.

Deelvraag 2b. Hoe zijn de contextrijke vragen te categoriseren volgens Bloom?

Contextrijke vragen kunnen buiten de verschillende soorten context welke gebruikt wordt, ook van elkaar verschillen in moeilijkheidsgraad. Om de moeilijkheidsgraad te categoriseren ga ik gebruik maken van de taxonomie van Bloom. Deze verdeelt de vragen in zes categorieën (Bloom et al, 1956):

Lage orde van denken:

1. *Onthouden*
2. *Begrijpen*
3. *Toepassen*

Hoge orde van denken:

4. *Analyseren*
5. *Evalueren*
6. *Creëren*

Ik verwacht dat vooral de hogere orde denkvaardigheden, namelijk analyseren, evalueren en creëren, terug zullen komen in de eindexamens van 2017-I en 2018-I. Dit omdat deze denkvaardigheden beter testen of een leerling de geleerde kennis kan toepassen in complexe situaties, iets wat ik verwacht dat een havo leerling moet kunnen.

Hoofdvraag 3. Hoe en met welke frequentie worden de leerlingen momenteel ondersteund bij het beantwoorden van contextrijke vragen?

Als, door het onderzoeken van hoofdvragen 1 en 2, duidelijkheid is over de contextrijke vragen en in welke mate deze terugkomen in het eindexamen, is de vervolgstap om te gaan onderzoeken op welke manier de leerlingen op dit moment ondersteund worden bij het beantwoorden van deze vragen. Dit komt terug in hoofdvraag 3. Doormiddel van het antwoord op hoofdvraag 3 wordt duidelijk wat de leerlingen momenteel aangeboden krijgen aan training voor het beantwoorden van contextrijke vragen via de lesmethode, via mij als docent en met welke frequentie in de 5^e klas van de havo.

Deelvraag 3a. Hoe en met welke frequentie wordt in de huidige methode Chemie het beantwoorden van contextrijke vragen getraind?

Contextrijke vragen kunnen op verschillende manieren getraind worden van uit de lesmethode. Zo kunnen contextrijke vragen gegeven worden, welke de leerlingen moeten beantwoorden, kan een groepsopdracht gegeven worden rondom een concept of kan een practicum uitgelegd worden rondom een context. (Van Dijk, 2018).

Mijn verwachting is dat de contextrijke vragen het gehele hoofdstuk niet of nauwelijks voorkomen. Pas in de laatste paragraaf van het hoofdstuk, de toepassing, zijn vragen met een context te vinden. Ook vraag ik me af wat voor context ik hier zal vinden, leefwereldcontext, beroepscontext of wetenschappelijke context.

Deelvraag 3b. Hoe en met welke frequentie wordt de leerling door de docent ondersteund om contextrijke vragen te beantwoorden?

Een andere manier waarop de leerlingen momenteel in aanraking komen met contextrijke vragen is door de lessen die ik als docent geef. Over het algemeen geldt dat de manier waarop een docent lesgeeft het leren van de leerlingen sterk kan beïnvloeden. (Timperly, 2008). Om antwoord te krijgen op de vraag hoe en hoe frequent ik de leerlingen leer contextrijke vragen te beantwoorden, wil ik kritisch naar mijn huidige lessen kijken en nagaan of en hoe ik mijn leerlingen momenteel al in aanraking laat komen met contextrijke vragen. Hiervoor kunnen namelijk diverse leeractiviteiten gebruikt worden zoals de leerling een contextrijke vraag laten lezen, zelf laten beantwoorden en deze bespreken, met behulp van groepswork contextrijke vragen laten beantwoorden en klassikaal bespreken of het voordoen van het beantwoorden van een contextrijke vraag. (Van Dijk, 2018).

Ik verwacht te vinden dat ik in mijn lessen heel weinig aandacht besteed specifiek aan contextrijke vragen. In mijn lessen hou ik me vast aan het boek met af en toe een extra vraag om klassikaal te oefenen. Wat ik wel doe is richting het eindexamen samen met mijn leerlingen een aantal eindexamenopdrachten oefenen.

Hoofdvraag 4. Welke soorten fouten maken de leerlingen bij het beantwoorden van de contextrijke vragen?

Vervolgens wil ik ook nog gaan kijken of ik erachter kan komen wat voor soort fouten leerlingen maken bij het beantwoorden van contextrijke vragen. Mocht er iets fout gaan, waar gaat het dan fout. Als een contextvraag fout beantwoord wordt, kan dat ook betekenen dat de concepten van deze context niet goed genoeg gekend zijn. (Sluman, 2009). Gemaakte fouten kunnen worden onderzocht via een offline of via een online meetmethode. In dit onderzoek wil ik beide gaan combineren.

Offline meetmethode

Ik verwacht dat ik met behulp van een analyse van de schriftelijke antwoorden op contextrijke vragen wel een redelijk inzicht kan krijgen welke fouten er gemaakt worden, maar dat de diepgang zal ontbreken. Als een leerling bijvoorbeeld geen antwoord geeft kan ik via een offline methode niet achterhalen waarom hij geen antwoord heeft genoteerd.

Online meetmethode

Door gebruik te maken van een online methode, de hardopdenkmethode, ga ik proberen te achterhalen waardoor fouten gemaakt worden. Ik verwacht dat de fouten voornamelijk gemaakt worden door een fout tijdens de analyse van het probleem. Ik merk dat als ik vragen voor leerlingen herformuleer en ze de goede richting in wijs, vaak wel goede antwoorden gegeven worden.

De centrale doelstelling van het onderzoek is dus om uit te zoeken waarom mijn leerlingen vaak punten laten liggen bij het beantwoorden van contextrijke vragen. Hierbij begin ik bij het bekijken van het einddoel, het centrale examen. Vervolgens ga ik kijken naar wat er momenteel wordt aangeboden en hoe de leerlingen dit soort vragen aanpakken. Als ik duidelijk heb hoe de leerlingen, met de training die ze gekregen hebben, de vragen beantwoorden en welke fouten ze maken, kan ik gaan kijken naar eventuele aanpassingen die ik kan voorstellen om de leerlingen beter voor te bereiden op contextrijke vragen. Als eindresultaat van dit onderzoek wil ik een suggestie kunnen geven aan mijzelf of eventueel mijn collega scheikunde docenten over wat er ingezet kan worden om leerlingen beter te trainen in het beantwoorden van contextrijke vragen, zoals deze op het eindexamen scheikunde gesteld worden.

Theoretisch kader

Contextrijke scheikunde

In het verleden is er al veel onderzoek gedaan naar het koppelen van de scheikunde kennis aan een context. Zo schreef de Commissie Vernieuwing Scheikunde “scheikunde onderwijs wat start bij sociale, experimentele, theoretische en professionele contexten zouden aantrekkelijker moeten zijn voor een brede groep van leerlingen” (Driessen & Meinema, 2003) en concludeerde Westbroek “je kunt het scheikundeonderwijs voor leerlingen betekenisvol maken door de leeractiviteiten te baseren op een bestaande praktijk met een duidelijk doel.” (Westbroek, 2005). Er werd ook geconcludeerd dat in het oude programma practica en eigen onderzoek onvoldoende aandacht kreeg en het programma buitenschoolse activiteiten onmogelijk maakte. (Verkenningcommissie Scheikunde, 2002). Op basis onder andere hiervan is in 2013 het vernieuwde examenprogramma voor het vak scheikunde geïntroduceerd. Hierin wordt de scheikunde meer gekoppeld aan een context waardoor wordt getracht het scheikundeonderwijs interessanter te maken voor leerlingen. Echter was het voor velen wel even wennen om om te schakelen naar de nieuwe vorm van scheikundeonderwijs. Vanuit het werkveld werd in eerste instantie terughoudend gereageerd. “Docenten zijn van mening dat er bij de concept-context methode veel nadruk ligt op taal en dat begrijpend lezen een belangrijke vaardigheid wordt om goed te presteren. Zij verwachten dat leerlingen die niet goed zijn in taal hierdoor moeilijkheden ondervinden. Ook dit zorgt voor een terughoudende instelling van de docenten.” (Sol, 2013). En schreef Van Aalsvoort: “Bij veel leerling-experimenten is de bedoelde context de leerlingen niet duidelijk geworden. Zij voeren opdrachten uit zonder te weten welke functie ze hebben.” (Van Aalsvoort, 1994).

Toch blijkt uit recent onderzoek dat contextrijk onderwijs juist zorgt voor koppelingen tussen concepten en contexten waardoor leerlingen de concepten voor langere tijd kunnen onthouden. (Klunder, 2017). De docent kan de leerlingen hiermee helpen door verschillende betekenisvolle contexten aan te bieden. Dit schept een rijke taalomgeving en leert leerlingen om te gaan met contexten. (Van Schaik, 2017). Vooral contexten die goed aansluiten bij de (talige) voorkennis en beleavingswereld van leerlingen zijn erg geschikt om het omgaan met contextrijke opdrachten onder de knie te krijgen. (Hajer, 2005). Verder bieden contextrijke problemen de leerlingen de gelegenheid om strategieën en vaardigheden te verwerven, die ook buiten het onderwijs nodig zijn. Zo leren de leerlingen probleem oplosvaardigheden die ze nodig hebben om situaties in hun eigen leven het hoofd te bieden. (Kneppers, 2017).

Dat contextrijke opdrachten en problemen oplossen een essentieel onderdeel van het hedendaagse scheikunde onderwijs is, blijkt duidelijk uit de literatuur. In dit onderzoek wil ik me dan ook gaan richten op de vraag hoe ik mijn leerlingen beter kan helpen met deze categorie vragen.

Definitie contextrijke vragen

In de literatuur zijn diverse definities te vinden van een context:

Terlouw omschrijft het begrip context als volgt. In de wereld om ons heen zijn volop contexten te vinden die voor het scheikundeonderwijs te gebruiken zijn als realistische situaties waarin chemische concepten gebruikt kunnen worden om een probleem op te lossen. (Terlouw, 2004)

In 2005 omschrijft Van Eerde contextrijk vakonderwijs als onderwijs waarbij contexten gebruikt worden om betekenis te geven aan leerprocessen. De leerling kan zich een beeld vormen van de situatie waarin vakinhouden worden aangeboden en toegepast. (Van Eerde, 2005).

Bij het opstellen van het nieuwe scheikunde curriculum is Boersma's definitie als leidraad gebruikt, namelijk: Een context is de omgeving waarin het leren plaatsvindt. Een situatie

of probleemstelling die voor de leerling betekenis heeft of krijgt door de uit te voeren leeractiviteiten. (Boersma et al., 2007)

Algemeen genomen wordt onder een context dus een situatie of probleem waarin, in dit geval, chemische concepten toegepast kunnen worden.

Contextrijke vragen worden omschreven als korte realistische scenario's, situaties, waarbij leerlingen zich iets voor kunnen stellen en die leerlingen motiveert om het probleem aan te pakken, aldus Kneppers (2017). Het zijn problemen uit de werkelijkheid, vaak met een overvloed aan informatie of het eist van leerlingen dat ze veel belangrijke achtergrond informatie moeten oproepen of inwinnen (Kneppers, 2017). Verder wordt in de literatuur weinig ingegaan op wat nu precies contextrijke vragen zijn en waar een vraag aan moet voldoen om contextrijk genoemd te worden.

Als naar deze omschrijvingen van een context gekeken wordt, en de omschrijving van contextrijke vragen, zal in dit onderzoek de volgende definitie gebruikt worden van contextrijke vragen:

Contextrijke vragen zijn vragen die korte realistische scenario's of situaties bevatten waar de leerling zich, met behulp van de uitleg, iets bij kan voorstellen. Deze vragen bevatten vaak een overvloed aan informatie waar de leerling bruikbare informatie uit moet selecteren.

Het doel van het toevoegen van een dergelijke context is het aanspreken van de intrinsieke motivatie van de leerling aan.

Contextrijke vraagstukken worden vaak als complexer ervaren dan vragen naar een concept. Dit komt omdat in contextrijke vraagstukken vaak een overvloed aan informatie staat, waaruit de leerling zelf de bruikbare informatie moet selecteren en zelf het bijbehorende concept moet raadplegen. (Kneppers, 2017; Brown, Collins, & Duguid, 1989; Brown & Kane, 1988)

Nu ik een heldere definitie heb van wat voor vragen vallen onder contextrijke vragen, kan ik me verder gaan verdiepen in deze categorie vragen. Want ook binnen de contextrijke vragen zijn verschillende categorieën te onderscheiden.

Soorten contextrijke opgaven

Binnen de contextrijke vragen kan een onderscheid gemaakt worden tussen verschillende soorten contexten. Zo beschrijven Boersma en Van Aalsvoort de volgende drie soorten contexten: (Boersma et al, 2007) (Van Aalsvoort et al, 1994)

- | | |
|-----------------------------------|---|
| Leefwereldcontext: | De context bestaat uit de daadwerkelijke leefwereld van de leerlingen. Hierdoor is de leerling snel betrokken bij het onderwerp. |
| Beroepscontext: | De context bestaat uit een onderwerp dat een leerling tegen kan komen bij de oriëntatie op beroepen. Deze contexten spelen vaak geen rol in het dagelijkse leven van leerlingen, maar kunnen wel gebruikt worden om leerlingen een beeld te geven van mogelijke beroepen binnen een bepaald vakgebied. Deze categorie wordt ook wel bereidingscontext genoemd omdat er vaak gesproken wordt over hoe producten met behulp van chemie bereid worden. |
| Wetenschappelijke context: | De context is van wetenschappelijke aard maar wel relevant voor leerlingen omdat zij er in hun leefwereld mee in aanraking komen. Deze categorie wordt ook wel theoretische context genoemd. |

Er zijn zelfs onderzoeken waarin contexten worden uitgesplitst in meer verschillende categorieën, zoals persoonlijke, functionele, sociale en wetenschappelijke context (Knip & Janssen, 2011). Maar voor dit onderzoek is ervoor gekozen om de onderverdeling van Boersma en Van Aalsvoort aan te houden. Deze onderverdeling komt het meeste terug in de literatuur en is, ook volgens mijzelf, de meest duidelijke onderverdeling.

Taxonomieën

Een andere manier om vragen te verdelen is niet om te kijken naar of de vraag contextrijk is en om wat voor context het gaat, maar om te kijken naar welke orde denkvaardigheden de leerling nodig heeft om een vraag te beantwoorden. Om te kunnen onderzoeken op wat voor soort vragen leerlingen bij het eindexamen getoetst worden kunnen verschillende taxonomieën gebruikt worden zoals RTTI (Drost & Verra, 2012), OBIT (Mesie, 2013) of Bloom (Bloom et al, 1956).

Het eindexamen zelf is opgebouwd volgens de TIMSS methode, welke onderscheid maakt op twee domeinen, namelijk de inhoudelijke domeinen en de cognitieve domeinen. (Zanten et al, 2017).

Onder de inhoudelijke domeinen binnen de natuurwetenschappen vallen drie verschillende groepen:

1. Levende natuur (voornamelijk biologie en milieu),
2. Niet-levende natuur (natuurkunde, scheikunde en techniek),
3. Aardwetenschappen (weer, klimaat, heelal, aarde, landschappen).

Onder de cognitieve domeinen vallen:

1. Weten
2. Toepassen
3. Redeneren

De methode TIMSS wordt in dit onderzoek niet verder gebruikt. Deze keuze is gemaakt omdat de voorkeur bestaat om de vragen in te delen op soort context, namelijk leefwereldcontext, beroepscontext en wetenschappelijke context. Deze onderverdeling geeft meer diepgang als het gaat om de moeilijkheidsgraad van de context, ten opzichte van de onderverdeling van de inhoudelijke domeinen door TIMSS.

Bij de cognitieve domeinen worden bij de TIMSS methode slechts drie verschillende groepen benoemd. Deze onderverdeling vind ik persoonlijk iets te summier voor dit onderzoek. Er zal dus verder gekeken worden naar een taxonomie die een beter inzicht kan geven in de cognitieve processen welke nodig zijn om het eindexamen scheikunde goed te doorlopen.

De taxonomie van Bloom wordt onderscheid gemaakt tussen zes cognitieve processen terwijl RTTI en OBIT er vier gebruiken. Deze indelingen zijn terug te vinden in tabel 1.

Tabel 1: Overzicht van de taxonomieën RTTI, OBIT en Bloom.

RTTI	OBIT	Bloom
Reproductie	Onthouden	Onthouden
Toepassen in een bekende situatie	Begrijpen	Begrijpen
Toepassen in een nieuwe situatie	Integreren	Toepassen
Inzicht	Toepassen	Analyseren
		Evalueren
		Creëren

In 2001 is een herziende versie van de taxonomie van Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) verschenen, waarin buiten de zes cognitieve processen ook vier soorten kennis worden benoemd, namelijk kennis van feiten, concepten, procedures en metacognitie. Deze uitbreiding van de taxonomie van Bloom is terug te vinden in bijlage 1. Hierin worden ook voorbeelden gegeven aan wat voor soort kennis men kan denken bij de verschillende cognitieve processen gecombineerd met de soorten kennis. Het gebruik van deze taxonomieën is veelal een balans zoeken tussen precisie en praktische hanteerbaarheid.

Omdat ik een duidelijk beeld wil krijgen van het eindexamen scheikunde 2018-I, heb ik gekozen om de originele taxonomie van Bloom te gebruiken voor het indelen van de eindexamenopdrachten. De indeling, welke de herziene taxonomie van Bloom gebruikt, op soorten kennis valt buiten dit onderzoek en zal daarom niet toegepast worden.

Zowel OBIT als RTTI maken gebruik van maar vier categorieën, de originele taxonomie van Bloom maakt een onderscheid in zes categorieën, wat een iets grotere verdeling geeft. Ook geeft de taxonomie van Bloom meer gelegenheid tot onderscheid maken in de hogere orde denkvaardigheden. OBIT en RTTI hebben hier beide maar één categorie voor. Deze mogelijkheid tot onderverdelen bij de taxonomie van Bloom zorgt er voor dat ik heb gekozen om deze taxonomie te gebruiken in dit onderzoek. De verschillende denkniveaus worden in bijlage 2 verder toegelicht. Hier wordt ook omschreven wanneer een vraag tot een bepaald denkniveau behoort.

Ondersteuning bij contextrijke vragen

Er kan op verschillende manieren ondersteuning geboden worden bij het beantwoorden van contextrijke vragen. Zo kan gedacht worden aan een stappenplan wat in een methode behandeld kan worden of door de docent aangeboden wordt, of het klassikaal behandelen van contextrijke vragen door de docent. Ook vakoverstijgende problemen waar vanuit verschillende oogpunten naar gekeken wordt kan gebruikt worden om contextrijke problemen te leren aanpakken. (Apotheker et al, 2010).

Om contextrijke problemen te leren oplossen moet volgens Poot (2015) het onderwijs aan een aantal criteria voldoen.

- Er is een betekenisvolle situatie waarin leeractiviteiten plaats kunnen vinden
- Er is een koppeling van de concepten aan de werkelijke wereld
- Er is ruimte voor experimenteel en zelfstandig onderzoek
- Leerlingen worden betrokken bij het maken van keuzes van het onderwerp in het leerproces
- Er zijn individuele aanpassingen in het programma om betere leerkansen te creëren
- Onderwerpen worden meerdere malen behandeld
- Er zijn in toenemende mate moeilijker wordende niveaus van leren
- Nieuwe aangeleerde methoden worden gerelateerd aan eerder geleerde methoden
- De competentie van leerlingen groeit met iedere nieuwe fase/ronde (Poot, 2015)

In dit overzicht komt duidelijk naar voren dat het eenmalig aanbieden van een contextrijke vraag niet voldoende is om leerlingen te leren omgaan met dit soort opgaven. Het trainen van contextrijke vragen moet eenvoudig beginnen, vervolgens vaker terugkeren en steeds moeilijker worden. Dit kan doordat de context steeds moeilijker wordt, door bijvoorbeeld te beginnen met leefwereldcontexten en te werken naar wetenschappelijke contexten, of door de contexten steeds complexer neer te zetten. (Boersma et al, 2007).

Als in dit onderzoek de scheikunde methode 'Chemie' en de lessen van mijzelf onderzocht worden is het van belang dat ik een opbouw vind in het aanbieden van contextrijke problemen en opdrachten. Op deze manier helpen zowel de lesmethode als de docent de leerlingen omgaan met contextrijke vraagstukken.

Struikelblok bij het beantwoorden van contextrijke vragen

Als leerlingen contextrijke vragen gaan beantwoorden zijn er verschillende fouten welke gemaakt kunnen worden. Hierbij kan gedacht worden aan het niet goed lezen van de vraag, het ontbreken van kennis over het bijbehorende concept, het geven van een incompleet antwoord of het maken van een fout in een berekening of redenering.

In eerdere studies is al geprobeerd te achterhalen waar leerlingen de fout in gaan bij het beantwoorden van contextrijke opdrachten. In 2000 bleek dat vwo leerlingen vooral moeilijkheden ondervinden met het analyseren van de situatie. (Kramers-Pals & Pilot, 2000). Ook in 2004 werd gevonden dat onderzochte 6 vwo leerlingen met name moeilijkheden ondervinden bij het analyseren van een situatie en het selecteren van relevante formules of betrekkingen die bruikbaar zijn voor het probleem op te lossen. (Terlouw et al, 2004).

Dit struikelblok is eerder ook al aan het licht gekomen bij een analyse van de vwo scheikunde eindexamenvragen van de periode 1987-2001. Hier kwam duidelijk naar voren dat leerlingen in de bovenbouw van het vwo moeilijkheden hebben bij het toepassen van scheikundige kennis bij het oplossen van realistische problemen. (Terlouw et al, 2004).

Als gekeken wordt naar de oorzaken van de moeilijkheden die leerlingen ervaren bij het toepassen van scheikundige kennis bij contextrijke vragen, kunnen deze onderverdeeld worden in vier categorieën: (Terlouw et al, 2004).

1. De leerling heeft een gebrekkige ontwikkeling of geen motivatie om concepten en probleemoplossende handelingen te leren. Dit probleem ontstaat vaak door gebruik van contexten welke niet of nauwelijks aansluiten bij de leerling.
2. De leerling heeft een onvolledige of deels foutieve basis wat betreft kennis. Deze kennis kan zijn kennis van het scheikundige concept, kennis van vaardigheden om een vraagstuk op te lossen, kennis van de probleemsituatie zelf of strategische kennis welke nodig is om overzicht te krijgen.
3. De leerling heeft te weinig oefening gehad, of de kwaliteit van de oefening is onder de maat geweest, waardoor niet op het juiste niveau wordt geoefend. Dit kan zijn door gebruik van te abstracte of juist te concrete contexten. Te abstracte contexten kunnen leerlingen niet overzien en te concrete contexten kunnen juist te makkelijk ervaren worden.
4. Een gebrekkige of afwezige toetsing van de bereikte leerresultaten, zowel tussentijds als na afloop van een reeks van oefeningen. Door het ontbreken van toetsing weten leerlingen minder goed waar ze staan en kunnen ze niet tijdig worden bijgestuurd waar nodig.

Door de verschillende struikelblokken bij het beantwoorden van contextrijke vragen in beeld te hebben kan in dit onderzoek beter worden gekeken waar het bij de 5 havo leerlingen van mijn twee examen klassen voornamelijk fout gaat. In dit onderzoek wil ik me focussen op de hierboven vermelde 2^e categorie, namelijk een onvolledige of deels foutieve basis wat betreft kennis. Ik ben van mening dat deze reden mij de meest bruikbare informatie kan geven. Dit gezegd hebbende is het wel belangrijk dat de motivatie van de leerling, de hoeveelheid van oefenen en het toetsen ook erg belangrijk zijn om leerlingen te helpen beter te presteren bij het beantwoorden van contextrijke vragen.

Soort fout achterhalen

Als er onderzoek gedaan wordt naar waar welke fouten de leerlingen maken bij het beantwoorden van contextrijke vragen is het belangrijk dat een methode gebruikt wordt die aansluit bij datgene wat je wilt weten. Grofweg zijn de methodes in te delen in twee categorieën: De online- en de offline-methoden. Online methoden zijn gericht op onderzoek tijdens het leren van de leerling. Dit kan bijvoorbeeld door middel van de hardopdenkmethode, oogbewegingsmetingen, de computer-logfilemethode, gedragsobservatie en performance assessments. (Van Hout-Wolters, 2009). Offline methoden zijn gericht op onderzoek na afloop van het leren. Dit kan door middel van leerstrategievragenlijsten, mondelinge interviews, stimulated recall methode en portfolio's. (Van Hout-Wolters, 2009). In tabel 2 zijn verschillende online en offline methoden van onderzoek weergegeven met hun voor- en nadelen.

Tabel 2: Overzicht van methoden om fouten te achterhalen. (Hoefnagels, 2018)

Type methode	Voordelen	Nadelen
Offline (na het maken van een contextrijke opgave)		
<i>Leerstrategieën vragenlijst</i> <i>Zoals ABCD-vragen</i>	Grote onderzoeksgroepen.	- Informatie kan oppervlakkig zijn. - Men meet de perceptie van de lerende i.p.v. de leeractiviteiten en strategieën.
<i>Interview</i>	Men kan doorvragen op bepaalde antwoorden.	De denkactiviteiten hebben al plaatsgevonden.
<i>Portfolio</i>	- Leeractiviteiten zijn zichtbaar. - Voortgang is zichtbaar.	Geen tot nauwelijks inzichten in leerstrategieën.
<i>Stimulated recall (na afloop interview)</i>	Reflectie op proces.	Veel tijdsinvestering
Online (tijdens het maken van een contextrijke opgave)		
<i>Hardopdenkmethode</i>	- Inzicht in leeractiviteiten. - Inzicht in leerstrategieën. - Gedragsobservatie doorvragen.	- Tijdsinvestering. - Kleine onderzoeksgroep. - Geen toets setting.
<i>Oogbewegingsmeting</i>	- Inzicht in gedrag. - De leerling wordt niet gestoord tijdens de meting.	Geen inzicht in leerstrategieën.
<i>Gedragsobservatie</i>	- Inzicht in gedrag. - De leerling wordt niet gestoord tijdens de meting.	Geen inzicht in leerstrategieën.
<i>Computer-logfilemethode</i>	- Gegevens worden tussentijds opgeslagen en blijven beschikbaar - Leerling wordt niet gestoord tijdens de meting	Geen inzicht in leerstrategieën
<i>Performance assessment (zowel online als offline)</i>	- Zowel online als offline. - Toetsvorm.	Geen tot nauwelijks inzicht in leerstrategieën.

In dit verdere onderzoek zijn één offline en één online methoden van onderzoek verder uitgewerkt. Er is gekozen voor de offline methode met ABCD-vragen, en voor de online hardopdenkmethode. Deze keuze is gemaakt omdat in literatuurbronnen deze twee meetmethoden vaak terug komen. Zo hebben heeft Terlouw deze beide meetmethoden gecombineerd gebruikt om te achterhalen wat het struikelblok was voor eindexamenleerlingen bij het beantwoorden van contextrijke vragen. (Terlouw et al, 2004).

Ik verwacht dat deze twee meetmethoden het meest breed toepasbaar zijn. Ook verwacht ik dat ze beide goed inzicht kunnen geven in het proces van het beantwoorden van een contextrijke vraag en de daarbij komende problemen.

ABCD-vragen

Eén van die manieren om offline fouten te achterhalen is met behulp van ABCD-vragen. (Kramers & Pals, 2000). Per vraag wordt gekeken waar de leerling de fout in is gegaan, waarna een overzicht gemaakt kan worden per leerling of per klas bij een bepaalde toets. Deze toets kan vervolgens helpen inzicht te geven in waar de leerling(en) nog moeten verbeteren.

- A1 Alles goed gelezen en gezien?
- A2 Analyse goed? (dus goed beeld van de situatie)?
- A3 Antwoord op de gestelde vraag gegeven?
- B1 Betrekkingen bestaand?
- B2 Betrekkingen relevant?
- B3 Betrekkingen geldig voor de probleemsituatie?
- C Consequenties redenering? Conclusie logisch?
- D Antwoord acceptabel voor docent? (Kramers & Pals, 2000)

Categorie A

Veel leerlingen ervaren taal als struikelblok bij het beantwoorden van scheikundevragen. (Elbers, 2012). De oorzaak kan zijn dat de leerling de tekst niet snapt of dat de vaktaal niet duidelijk is. (Elbers, 2012). Een docent moet er in de lessen voor zorgen dat de leerlingen specifiek worden onderwezen in vaktaalwoorden en schooltaalwoorden. (Van Schaik et al, 2017).

Categorie B

Als de leerling weet wat er van hem gevraagd wordt, moet hij gaan besluiten welke chemische concepten, ofwel betrekkingen, hij nodig heeft bij het beantwoorden van de vraag. Hiervoor kan een leerling verschillende strategieën gebruiken, zoals zich eerst oriënteren voor hij de vraag leest, beginnen met analyseren van de tekst of het herhaaldelijk lezen van de tekst.

Categorie C

Bij een vraag moet de leerling een bepaalde redenering gebruiken. Deze redenering moet logisch gekozen zijn, waardoor het de leerling van de vraag naar het antwoord toe kan leiden.

Categorie D

Een gegeven antwoord moet acceptabel zijn voor de docent, of in het geval van het eindexamen, het antwoordmodel van het eindexamen. Hierin wordt voorgeschreven welke denkstappen in de uitwerking van een verklaringsvraag genoemd moeten worden om de volledige aantal punten toegekend te krijgen.

Voor iedere gemaakte fout moet nagegaan worden in welke fase van het oplossingsproces deze kan worden ondergebracht. De verschillende fouten kunnen vervolgens als percentage van de leerlingen dat een bepaald type fout maakte, weergegeven worden, zoals in tabel 3 te zien is.

Tabel 3: Weergave type fouten. (Kramers-Pals & Pilot, 2000)

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	Niet ingevuld
Vraag 1	..%	..%		..%					..%
Vraag 2									
Vraag 3									

Dit blijkt niet altijd even makkelijk, zeker niet als er helemaal geen antwoord gegeven wordt of wanneer er meerdere fouten gemaakt worden bij het uitwerken. (Kramers-Pals & Pilot, 2000)

De ABCD-vragen zijn een goede manier om een globaal inzicht te krijgen op wat voor fouten de leerlingen maken. Dit geeft met de beperkingen zoals hierboven besproken echter geen compleet beeld, vandaar dat ook een online methode gebruikt zal worden.

Hardopdenkmethode

Een ander manier welke gebruikt kan worden om te achterhalen waar leerlingen de fout in gaan bij het beantwoorden van een contextrijke vraag is de hardopdenkmethode. Dit model is ontwikkeld met als doel om menselijke cognitie te testen. (Ericsson & Simmon, 1993). De leerlingen krijgen bij deze methode een contextrijke vraag voorgelegd en worden gevraagd de gedachten die bij hen opkomen tijdens het werken aan de opdracht hardop uit te spreken. Er wordt dus werkelijk hardop gedacht.

Tijdens het werken aan de contextrijke opdracht kan de beoordelaar bijhouden met wat voor stap de leerling bezig is. Grofweg zijn de stappen onderverdeeld in de fases waarin de stap plaatsvindt: Voor, tijdens of na het beantwoorden van de vraag. Voor het bijhouden van deze stappen kan gebruikt gemaakt worden van de voorbeeldcodes zoals in bijlage 3 staan beschreven. (Knep & Janssen, 2011). Hierbij wordt buiten de onderverdeling in de fase waarin de leerling zich bevindt, ook een onderverdeling gemaakt van activiteiten die de leerling kan doen tijdens een fase. Men kan hierbij denken aan, binnen bijvoorbeeld de voorfase, een onderverdeling in de activiteiten oriënteren, activeren van de voorkennis en studerend lezen.

Uit het onderzoek van Ericsson en Simmon (1993) blijkt dat de hardopdenkmethode nauwelijks invloed heeft op het verloop van het denkproces. Het enige wat wel gebeurt, is dat het denkproces iets meer tijd vereist dan wanneer niet hardop gedacht wordt. Wel is belangrijk te vermelden dat de hardopdenkmethode niet geschikt is voor geautomatiseerde taken. Deze gaan zo snel dat gedachten niet goed uitgesproken zullen worden waardoor waarschijnlijk geen goede resultaten verkregen zullen worden. Bij het beantwoorden van contextrijke opdrachten zal dit hoogstwaarschijnlijk niet aan de orde zijn.

Ik verwacht dat de hardopdenkmethode een goede online methode is om te onderzoeken hoe de leerlingen een contextrijke vraag aanpakken. Wel denk ik dat het heel belangrijk is dat ik de leerlingen voorafgaand aan het werken een goede instructie geef van wat ik van hen verwacht. Op die manier krijg ik een goed inzicht in wat er allemaal speelt zodra de leerlingen een contextrijke vraag voor zich krijgen.

Methode van onderzoek.

In dit hoofdstuk wordt per deelvraag beschreven hoe de data verzameld, geanalyseerd en gepresenteerd wordt.

Hoofdvraag 1. Hoeveel procent van het totaal aantal punten zijn te behalen met contextrijke vragen in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

Als eerste wordt onderzoek gedaan naar het einddoel waar de leerlingen naartoe begeleidt worden, namelijk het eindexamen. Om met zo actueel mogelijke gegevens te werken wordt ervoor gekozen om de eindexamens van 2017 en 2018 uit te werken.

Uit de literatuur is gebleken dat een vraag een contextrijke vraag genoemd mag worden als deze korte realistische scenario's of situaties bevat waar de leerling zich, met behulp van de uitleg, iets bij kan voorstellen. Deze vragen bevatten een overvloed aan informatie waar de leerling bruikbare informatie uit moet selecteren. Dit kan een context zijn die valt onder een leefwereldcontext, beroepscontext of een wetenschappelijke context.

Het resultaat van deze hoofdvraag zal worden weergegeven in een tabel zoals tabel 4. Hierbij wordt per onderwerp bekeken hoeveel vragen het bevat, hoeveel punten er te behalen zijn per vraag en hoeveel van deze punten bij contextrijke vragen te behalen zijn.

Hierna worden de totaal aantal punten opgeteld, wordt gekeken hoeveel punten er totaal te verdienen waren met contextrijke vragen en met niet-contextrijke vragen. Onder de tabel wordt per vraag weergegeven hoeveel procent van het totaal aantal punten bij de vraag te verdienen was met de contextrijke vragen. Dit eindresultaat wordt gebruikt om antwoord te geven op de hoofdvraag: Hoeveel procent van het totaal aantal punten zijn te behalen met contextrijke vragen.

Tabel 4: Voorbeeld overzicht aantal contextrijke vragen

Onderwerp 1. XX

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk (C)/niet contextrijk(NC)
1	3	NC
...	...	...
Totaal	... punten	... x C (... punten) ... x NC (... punten)

Hoofdvraag 2. Wat voor soort vragen komen voor in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

Als duidelijk is welke vragen in het eindexamen vallen onder contextrijke vragen, wordt verder ingezoomd op deze vragen. Bij deelvraag 2a wordt bekeken wat voor soort context er gebruikt wordt en bij deelvraag 2b wordt gekeken naar de moeilijkheidsgraad van de contextrijke vragen.

Deelvraag 2a. Welke soorten context hebben de contextrijke vragen?

In de literatuur is een onderverdeling gemaakt in drie soorten contextrijke vragen: Leefwereldcontext, beroepscontext en wetenschappelijke context. Per soort context wordt gekeken welke vragen uit de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I hieronder vallen en over welke onderwerpen deze vragen gaan.

Vervolgens wordt ook bekeken hoeveel van het totaal aantal punten voor contextrijke vragen er per soort context te behalen was, en hoeveel procent van het totaal aantal punten voor contextrijke vragen dit was. Dit geeft inzicht in met welke soort context de leerlingen het meeste punten konden scoren tijdens de twee onderzochte eindexamens. Hierdoor weet de docent beter waar hij de leerlingen op moet voorbereiden in de aanloop naar het eindexamen toe.

Dit wordt zoals in tabel 5 overzichtelijk weergegeven. Hierin worden de vragen per soort context gebundeld. Vervolgens worden ze per onderwerp bij elkaar geplaatst en worden het vraagnummer en het aantal punten wat te behalen is met de vraag gegeven. Als laatste wordt per soort context bekeken hoeveel punten er te behalen zijn met deze soort en wat het percentage hiervan is ten opzichte van het totaal aantal punten voor contextrijke vragen. Hierbij wordt antwoord gegeven op de vraag welke soorten context de contextrijke vragen van het eindexamen hebben.

Tabel 5: Voorbeeld overzicht soorten context.

Soort context	Onderwerp	Vraagnummer	Aantal punten	Percentage
Leefwereld	Melkzuursensor	5	1	Totaal ... punten: ..%
	...	...	...	
Beroeps				Totaal ... punten: ..%
Wetenschappelijk				Totaal ... punten: ..%

Deelvraag 2b. Hoe zijn de contextrijke vragen te categoriseren volgens Bloom?

Vervolgens wordt per vraag gekeken welke orde van denkvaardigheden er gebruikt moeten worden, ingedeeld volgens de taxonomie van Bloom. (Anderson & Krathwohl, 2001). Deze taxonomie maakt onderscheid in 6 verschillende denkniveaus, onthouden, begrijpen, toepassen, analyseren, evalueren en creëren.

Omdat ik het ook interessant vind om te kijken welke denkniveaus bij welke soort context gebruikt worden, wordt de tabel van deelvraag 2a bij deze deelvraag verder uitgebreid, zoals in tabel 6 te zien is. Hier worden dezelfde clusters gebruikt, namelijk de soorten context. Ook wordt weer weergegeven om welke vraagnummers het gaat en hoeveel punten er te behalen zijn met deze vraag. Als laatste wordt nu het denkniveau volgens Bloom toegevoegd. Een beschrijving van de verschillende denkniveaus en hoe vragen gecategoriseerd kunnen worden in deze niveaus is terug te vinden in bijlage 2.

Tabel 6: Voorbeeld weergave denkniveau per soort context.

Soort context	Vraagnummer	Aantal punten	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	5	1	Begrijpen
	...	...	...
Beroeps			
Wetenschappelijk			

Als inzichtelijk is gemaakt met wat voor soorten contexten de leerlingen te maken krijgen en welke denkniveaus bij deze contexten nodig zijn om een antwoord te geven wordt dit verwerkt tot in procenten.

Het totaal aantal punten wat behaald kan worden voor de contextrijke opdrachten wordt genomen als 100%. Per combinatie van soort context en denkniveau wordt bekeken hoeveel punten er behaald kunnen worden, en dit wordt in procenten berekend. De resultaten worden weergegeven zoals in tabel 7 te zien is.

Tabel 7: Voorbeeld weergave in procenten van het denkniveau per soort context.

	onthouden	begrijpen	toepassen	analyseren	evalueren	creëren
Leefwereld	..%	..%				
Beroeps				..%		
Wetenschappelijk						

Hoofdvraag 3. Hoe en met welke frequentie worden de leerlingen momenteel ondersteund bij het beantwoorden van contextrijke vragen?

Als duidelijk is op wat voor eindexamen de leerlingen voorbereid moeten worden, kan worden onderzocht op welke manier dat de leerlingen momenteel ondersteund worden bij het beantwoorden van contextrijke vragen.

Deelvraag 3a. Hoe en met welke frequentie wordt in de huidige methode Chemie het beantwoorden van contextrijke vragen getraind?

Omdat het onderzoek is toegespitst op leerlingen van 5 havo, is het huidige lesboek voor 5 havo onderzocht. In tabel 8 is te zien welke hoofdstukken met de bijbehorende onderwerpen het boek bevat:

Tabel 8: Hoofdstukken uit het 5 havo boek met hun voornaamste onderwerpen

Hoofdstuk	Belangrijkste onderwerp t.o.v. scheikunde syllabus
Hoofdstuk 8 Onderzoek doen	Onderzoeken en practica ontwerpen
Hoofdstuk 9 Energie en reactiesnelheid	Reactiekinetiek, energieberekeningen
Hoofdstuk 10 Voeding en gezondheid	Micro – meso - macro, hydrolyse en condensatie reacties, chemie van het leven
Hoofdstuk 11 De beste autobrandstof	Redox reacties, energieomzettingen, broeikasgassen
Hoofdstuk 12 Nieuwe materialen	Polymerisatiereacties, thermoharders/ thermoplasten en verwerkingstechnieken
Hoofdstuk 13 Evenwichten	Chemisch evenwicht
Hoofdstuk 14 Groene chemie in de industrie	Duurzaamheid, rendement, industriële processen

In het lesboek zijn alle hoofdstukken op dezelfde manier opgebouwd om de leerlingen structuur te geven in de scheikunde lessen. In dit onderzoek worden slechts 2 van de 7 hoofdstukken behandeld. Dit zijn hoofdstuk 11 en 12. De reden dat voor deze hoofdstukken is gekozen is omdat de onderwerpen die terug komen in hoofdstuk 11 en 12 door veel leerlingen als moeilijk ervaren worden, en omdat ik zowel redox reacties als polymerisatie reacties in elk scheikunde eindexamen terug verwacht.

Voor het beoordelen van deze twee hoofdstukken uit de huidige scheikunde methode, Chemie, wordt dezelfde methode gebruikt als bij het onderzoeken van het eindexamen. Als eerste wordt gekeken naar het totaal aantal contextvragen per hoofdstuk. Binnen de contextrijke vragen wordt een onderverdeling gemaakt in wat voor context er aan bod komt: leefwereldcontext, beroepscontext of wetenschappelijke context. Hierbij worden de vragen weergegeven bij de bijbehorende context zoals te zien is in tabel 9.

Ook wordt gekeken wat voor vraag er gesteld wordt en welke orde van denken de leerlingen nodig hebben om de vraag te beantwoorden. Voor deze onderverdeling wordt wederom gebruik gemaakt van de taxonomie van Bloom.

De resultaten van deze deelvraag zullen schematisch worden weergegeven. Het schema zal er als volgt uit komen te zien:

Tabel 9: Voorbeeld analyse hoofdstuk uit het lesboek.

Hoofdstuk 11 – totaal ... aantal vragen

Soort context	Vraagnummer	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	7	Begrijpen
	..	...
Beroeps	15	Evalueren
	..	...
Wetenschappelijk	32	Toepassen
	..	...

Deelvraag 3b. Hoe en met welke frequentie wordt de leerling door de docent ondersteund om contextrijke vragen te beantwoorden?

Om erachter te komen hoe en met welke frequentie de leerlingen in aanraking komen met contextrijke vragen tijdens de lessen, wordt kritisch naar de lesvoorbereidingen en het gebruikte lesmateriaal gekeken.

Bij deze deelvraag worden dezelfde hoofdstukken onderzocht als bij deelvraag 3a, namelijk alle lessen die horen bij hoofdstukken 11 en 12 uit de lesmethode Chemie. Per hoofdstuk worden de lessen beoordeeld welke door mijzelf als docent worden gegeven. Hiervoor kijk ik naar het lesmateriaal wat ik in een les klassikaal behandel zoals de PowerPoint, welke ik elke les gebruik als rode draad, vragen die ik klassikaal behandel en eventueel materiaal wat ik uitdeel tijdens de les.

Zodra er tijdens de les gewerkt wordt met contextrijke problemen wordt het lesnummer in een tabel, overeenkomstig aan tabel 9, opgenomen en wordt genoemd wat voor soort denkniveau er van de leerlingen gevraagd wordt bij deze contextrijke training.

Uit de twee verkregen tabellen van hoofdstuk 11 en 12 zal blijken hoe vaak ik de leerlingen in aanraking breng met contextrijke opdrachten, wat voor soorten context ik zoal gebruik en welke orde van denken ik van mijn leerlingen verwacht bij deze contexten.

Hoofdvraag 4. Welke soorten fouten maken de leerlingen bij het beantwoorden van de contextrijke vragen?

Om de leerlingen beter te laten scoren op contextrijke vragen is het belangrijk dat er inzicht wordt gekregen in hoe de leerlingen dit soort vragen momenteel aanpakken. Waar gaat het fout bij het beantwoorden van deze contextrijke vragen?

Uit de literatuur is al gebleken dat veel leerlingen taal als een struikelblok ervaren bij het beantwoorden van scheikundevragen. (Elbers, 2012). In contextrijke vragen kunnen verschillende soorten context gebruikt worden, leefwereldcontexten, beroepscontexten en wetenschappelijke contexten. (Van Schaik et al, 2017). De combinatie van een context welke de leerling nog niet gebruikt heeft tijdens de lessen en de taal welke als moeilijk ervaren wordt, zorgen waarschijnlijk voor mindere scores bij contextrijke vragen.

Offline methode

Om een indruk te krijgen of de leerlingen van 5 havo van mijn huidige examenklassen, net als de leerlingen uit de onderzoeken van Kramers-Pals (2000), Terlouw (2004) en Van Schaik (2017) vooral moeite hebben met het analyseren van de vraag wordt een schriftelijke toets gegeven. Deze toets, terug te vinden in bijlage 4, is opgebouwd uit 3 soorten vragen binnen hetzelfde scheikundige concept, namelijk; zouten en hun reactievergelijkingen.

Als eerste worden 2 vragen gesteld zonder enige context. Deze vragen zijn heel duidelijk, wat de leerlingen zoals in de verlegenheidssituatie beschreven wordt, vaak als makkelijke vragen bestempelen. Vervolgens komen 2 vragen waarbij één of twee zinnen tekst boven de tekst staat. Dit zijn nog steeds geen contextrijke vragen maar vragen al wat meer van de leerlingen. Als laatste worden 2 contextrijke vragen gegeven waarbij bij beide een leefwereldcontext gebruikt is. Deze vragen zijn afkomstig uit eindexamens scheikunde voor de havo. Om te zorgen dat alle vragen van een zelfde niveau zijn, wordt alleen gevraagd naar de lage orde van denken volgens de taxonomie van Bloom.

Bij al deze 6 vragen worden deelvragen gesteld om te achterhalen wat de leerlingen denken tijdens het beantwoorden van de vraag. Deze vragen zijn opgebouwd volgens de ABCD-methode. (Kramers-Pals & Pilot, 2000). De koppeling tussen de deelvragen op de toets en de ABCD-methode is te vinden in tabel 10.

Tabel 10: Opbouw deelvragen bij de tweede kennistoets met 9 vragen.

Deelvraag op de toets	Koppeling ABCD-methode
a. Wat wordt er gevraagd	A1. Alles goed gelezen en gezien?
b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?	B. Betrekkingen bestaand/ relevant?
c. Wat moet er allemaal in je antwoord?	A2. Analyse goed?
d. Antwoord:	C. Conclusie logisch?
e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?	A3. Antwoord op de gestelde vraag gegeven? D. Antwoord acceptabel voor docent?

Zodra alle 22 leerlingen van de 5 havo groep de toets gemaakt hebben wordt per leerling bekeken welke antwoorden er gegeven zijn en indien een fout antwoord gegeven is, waar de leerling de fout gemaakt heeft. Er wordt gekeken hoe ver de leerlingen komen in het beantwoorden van vragen, om zo een inzicht te krijgen in de plaats van het proces waar de meeste leerlingen vastlopen.

De resultaten worden per soort vraag, namelijk de vragen zonder enige tekst erbij, de vragen met één of twee zinnen tekst en de contextrijke vragen. Met behulp van een tabel zoals tabel 11 wordt weergegeven hoe ver de leerlingen zijn gekomen. Hierbij worden antwoorden welke fout gaan bij categorieën A1, A2 en A3 samen genomen. Ook fouten binnen de categorieën B1, B2 en B3 worden samen weergegeven. Hiervoor is gekozen omdat de fouten binnen een categorie erg veel op elkaar lijken en daarom moeilijk te onderscheiden zijn via een offline methode. Deze tabel geeft een inzicht in waar de problemen liggen bij de drie verschillende soorten vragen.

Tabel 11: Voorbeeld analyse antwoorden bij ABCD-vragen toets

	Vragen zonder tekst	Vragen met één of twee zinnen tekst	Contextrijke vragen
Geen antwoord		...	
A	2	...	
B		...	
C			
D			
Goed antwoord			

Waarschijnlijk zal bij deze toets blijken dat de leerlingen de vragen zonder tekst redelijk goed doorlopen, vragen met één of twee zinnen tekst al wat moeilijker vinden, en vooral veel fouten maken bij de contextrijke vragen. Omdat hier de meest gemakkelijke contextrijke vragen zijn gebruikt, namelijk leefwereldcontext gecombineerd met vragen

waar een lage orde van denken nodig is, kan in de online methode ook gebruik gemaakt worden van deze relatief makkelijkste categorie contextrijke vragen.

Online methode

Een online meetmethode zoals de hardopdenkmethode kan inzicht geven omdat tijdens het denkproces hardop benoemd wordt hoe de leerling tot een bepaalde keuze komt. Uit het onderzoek van Ericsson en Simmon (1993) blijkt dat de hardopdenkmethode nauwelijks invloed heeft op het verloop van het denkproces, zodat een zo goed mogelijk beeld verkregen kan worden in waar de leerling de fout in gaat bij het beantwoorden van een contextrijke vraag.

Uit de literatuur blijkt dat sterke en zwakke leerlingen vaak een andere leerstrategie gebruiken bij het beantwoorden van contextrijke vragen (Knep en Janssen, 2011). Om de klas zo goed mogelijk te laten scoren zal het voornamelijk belangrijk zijn om de zwakkere leerlingen meer ondersteuning te bieden, aangezien zij de meeste hulp nodig hebben. Er is dan ook voor gekozen om twee zwakke 5 havo leerlingen contextrijke vragen voor te leggen en op te lossen met behulp van de hardopdenkmethode.

Uit de literatuur is gebleken dat de moeilijkheid die leerlingen ervaren bij het toepassen van scheikundige kennis bij contextrijke vragen, onderverdeeld kan worden in vier categorieën: (Terlouw et al, 2004).

1. Gebrekkige ontwikkeling of motivatie om concepten en probleemoplossende handelingen te leren.
2. Onvoldoende of deels foutieve basis wat betreft kennis
3. Te weinig oefening gehad of kwalitatief mindere oefening
4. Gebrekkige of afwezige toetsing van bereikte leerresultaten.

Tussen de verschillende categorieën kan ook overlap zijn, bijvoorbeeld dat een leerling een fout antwoord geeft doordat hij te weinig geoefend heeft en daardoor onvoldoende kennis heeft.

In dit onderzoek wordt voornamelijk ingezoomd op de tweede categorie van fouten, namelijk de fouten gebaseerd op onvoldoende of deels foutieve kennis.

De motivatie van de leerling, de hoeveelheid oefenen en de toetsing zijn onderdelen die zeker ook belangrijk zijn, maar welke in een eventueel vervolg onderzoek onderzocht kunnen worden. De twee zwakke leerlingen welke gevraagd worden deel te nemen aan dit onderzoek zijn beide leerlingen die goed gemotiveerd zijn en veel opdrachten oefenen om zichzelf te trainen. Op die manier wordt geprobeerd een zo goed mogelijk beeld te krijgen over leerlingen waarbij het op het tweede punt fout loopt, namelijk de kennis van contextrijke opdrachten.

De contextrijke vragen welke voorgelegd worden komen uit het eindexamen havo scheikunde 2017-I, en gaan over verschillende scheikundige concepten. Deze vragen zijn terug te vinden in bijlage 5. Bij het beantwoorden van vraag a heeft de leerling kennis nodig over de concepten micro-macro en waterstofbruggen, vraag b gaat over het concept chemisch rekenen, bij vraag c moet een experiment plan opgesteld worden wat gaat over scheidingsmethoden en vraag d vraagt naar het vormen van argumenten over bepaalde processen. Door niet één maar vier verschillende vragen te geven, welke allemaal contextrijk zijn en een lage orde van denken vragen, wordt geprobeerd om fouten die gemaakt worden door een misconception of gebrek aan kennis over een scheikundig concept uit te sluiten.

Tijdens het hardop denkend oplossen van deze vier opdrachten wordt een observatieformulier bijgehouden zoals beschreven door Knep & Janssen. (2011). Dit observatieformulier bestaat uit de onderdelen zoals te zien is in tabel 12. Bij de code wordt de code genoteerd van de actie welke de leerling uitvoert, corresponderend met de codes uit bijlage 3. (Knep & Janssen, 2011). Bij de fase wordt genoteerd of de leerling voor, tijdens of na het beantwoorden van de vraag de actie uitvoert. Het label geeft kort

weer welke actie er gedaan wordt, en bij de beschrijving wordt een iets gedetailleerdere beschrijving gegeven van de actie van de leerling.

Tabel 12: Observatieformulier hardopdenkmethode

Code	Fase	Label	Beschrijving
<i>A1</i>	<i>Voor</i>	<i>Oriënteren</i>	<i>Leest de vraag door, onderstreept gegevens.</i>
...	...	...	...

Als een leerling tijdens het hardop denken een fout maakt in het denkproces, zal hij eerst de gelegenheid krijgen zijn eigen fout te ontdekken en te verbeteren. Mocht de leerling zijn fout niet zelf herkennen dan wordt bekeken in welke categorie de fout valt welke gemaakt is. Vervolgens kan de docent de leerling een hint geven, overeenkomstig met de categorie waar de fout onder valt. Hierdoor kan de leerling misschien alsnog zijn fout corrigeren.

De resultaten van deze online methode zullen worden weergegeven in een samenvatting van de verschillende fouten die de twee leerlingen maken tijdens het hardop denkend oplossen van de vier contextrijke opdrachten.

Praktische relevantie

Uit de verlegenheidssituatie komt naar voren dat de huidige lesmethode gecombineerd met de lessen de leerlingen onvoldoende lijkt voor te bereiden op de contextrijke vragen van het eindexamen scheikunde. Leerlingen lijken vast te lopen bij het selecteren van belangrijke informatie en het bepalen wat er nu precies van hen gevraagd wordt.

Uit de literatuur blijkt er drie verschillende soorten contextrijke vragen zijn, namelijk leefwereldcontexten, beroepscontexten en wetenschappelijke contexten. (Boersma et al, 2007) (Van Aalsvoort et al, 1994). Deze vragen kunnen gesteld worden op verschillende moeilijkheidsniveaus. Ik verwacht dat in het eindexamen scheikunde voor de havo, de leefwereldcontexten gecombineerd zullen worden met moeilijkere vragen en dat de beroeps- en wetenschappelijke contexten gecombineerd zullen zijn met makkelijkere vragen. Dit zou voor de docent aanleiding kunnen zijn om in de lessen er rekening mee te houden dat alle drie de soorten contexten aan bod komen en dat ook met vragen van het juiste niveau geoefend wordt. Mocht nu echter blijken dat bij beroeps- en wetenschappelijke contexten ook moeilijkere vragen gesteld worden, is dit voor de docent aanleiding om te zorgen dat ook deze moeilijkere contexten geoefend worden gecombineerd met hogere denkkorste vragen.

Verder blijkt ook uit de literatuur dat het struikelblok bij het beantwoorden van contextrijke vragen vaak het analyseren van de situatie is. (Kramers-Pals & Pilot, 2000) (Terlouw et al, 2004). De leerlingen vinden het moeilijk te bepalen wat er van hen wordt verwacht en het selecteren van relevante formules en informatie uit de tekst. Als blijkt uit de gemaakte opdrachten en de hardopdenk gesprekken dat de leerlingen uit 5 havo van mijn huidige twee examenklassen ook vastlopen bij deze eerste stap van het beantwoorden van contextrijke opdrachten, zou dit voor de docent aanleiding kunnen zijn om in de lessen de leerlingen hier beter op voor te bereiden. Dit kan bijvoorbeeld door de verschillende soorten contexten meerdere malen te behandelen en door een toenemende mate van moeilijker wordende vragen te stellen bij deze contexten. (Poot, 2015). Mocht nu blijken dat de leerlingen niet bij het bepalen wat er van hen verwacht wordt vastlopen, dan is dit voor de docent aanleiding om te gaan onderzoeken op welk moment de leerlingen dan wel vast lopen. Het kan zijn dat de leerlingen de scheikundige concepten niet voldoende onder de knie hebben en daarom geen antwoord kunnen geven op de vragen. Het is dan aan de docent om deze scheikundige concepten nogmaals te behandelen en door middel van opdrachten of door de leerlingen het zelf uit te laten leggen te controleren of de leerlingen na deze uitleg de concepten wel begrijpen. Ook is het mogelijk dat de leerlingen wel veel geoefend hebben met contextrijke opdrachten, maar dat de contexten te abstract of juist te concreet waren, waardoor deze niet aansluiten bij het niveau van het eindexamen. De docent kan dan met de leerlingen gaan oefenen met contexten die in oude eindexamens gebruikt zijn, zodat het niveau van de contexten zeker aansluit bij het eindexamen niveau. Het kan ook zijn dat de leerlingen een gebrekkige ontwikkeling of geen motivatie hebben om contextrijke opdrachten te beantwoorden. (Terlouw et al, 2004).

Het is mogelijk dat uit dit onderzoek komt dat de leerlingen momenteel op een goede manier worden voorbereid op de contextrijke vragen van het eindexamen, maar blijken dat dit toch nog steeds mis gaat. Mocht dit het geval zijn, kunnen de redenen die in dit onderzoek niet meegenomen zijn, zoals de kennis van de scheikundige concepten, de algemene ontwikkeling of de motivatie, in een vervolg onderzoek meegenomen worden. Op deze manier kan dan alsnog geprobeerd worden om de oorzaak te achterhalen van het niet goed scoren op contextrijke vragen op eindexamen niveau voor de havo.

Resultaten en Conclusies

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven, welke per hoofdvraag gepresenteerd worden zoals beschreven in de methode van onderzoek.

Hoofdvraag 1. Hoeveel procent van het totaal aantal punten zijn te behalen met contextrijke vragen in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

In tabel 13 en tabel 14 zijn een samenvatting weergegeven van de resultaten van het eindexamen scheikunde havo 2017-I en 2018-I. Hierin staan de verschillende onderwerpen uit het eindexamen weergegeven met daarbij hoeveel contextrijke en hoeveel niet contextrijke vragen bij dit onderwerp gesteld worden. Ook het percentage van het totaal aantal punten wat te behalen is met de contextrijke vragen is in de tabel opgenomen. De tabellen met daarin de resultaten per onderwerp van het eindexamen zijn terug te vinden in bijlage 6 en bijlage 7.

Tabel 13: Samenvatting van de resultaten eindexamen scheikunde havo 2017-I.

Onderwerp	Aantal vragen contextrijk	Aantal vragen niet contextrijk	Percentage punten voor contextrijke vragen
Contrast middel MRI	3 (6 punten)	4 (10 punten)	38 %
'Drogen' olieverf	1 (2 punten)	5 (11 punten)	15 %
Alginaat	2 (5 punten)	2 (5 punten)	50 %
Bio-P	3 (7 punten)	4 (8 punten)	47 %
Stanly®	1 (2 punten)	3 (6 punten)	25 %
Bruin van appels	3 (6 punten)	4 (8 punten)	43 %

Deelconclusie eindexamen scheikunde havo 2017-I

Wat opvalt is dat bij alle onderwerpen uit het eindexamen scheikunde havo 2017-I het percentage van de punten wat te behalen is met de contextrijke opdrachten te behalen is, tussen de 15% en 50% ligt. Ook valt op dat de contextrijke opdrachten voornamelijk aan het eind van het onderwerp gesteld worden. In totaal zijn 28 van de 76 punten te behalen met contextrijke vragen. Dit komt overeen met 37% van het totaal aantal punten.

Tabel 14: Samenvatting van de resultaten eindexamen scheikunde havo 2018-I.

Onderwerp	Aantal vragen contextrijk	Aantal vragen niet contextrijk	Percentage punten voor contextrijke vragen
Melkzuur sensor	2 (4 punten)	4 (9 punten)	31 %
Arseen in drinkwater	1 (2 punten)	4 (8 punten)	20 %
Koudemiddel	2 (5 punten)	3 (8 punten)	38 %
Anatto	1 (2 punten)	5 (12 punten)	14 %
Lingine	3 (6 punten)	5 (12 punten)	33 %
ETFE	2 (4 punten)	2 (4 punten)	50 %

Deelconclusie eindexamen scheikunde havo 2018-I

Wat opvalt is dat bij alle onderwerpen uit het eindexamen scheikunde havo 2018-I het percentage van de punten wat te behalen is met de contextrijke opdrachten te behalen is, tussen de 14% en 50% ligt. Ook valt op dat de contextrijke opdrachten voornamelijk aan het eind van het onderwerp gesteld worden. In totaal zijn 23 van de 76 punten te behalen met contextrijke vragen. Dit komt overeen met 30% van het totaal aantal punten.

Conclusie en Discussie

Wat uit de analyse van het eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I naar voren komt is dat per onderwerp maximaal de helft van de punten te behalen zijn met contextrijke vragen. Ook valt op dat bij de meeste onderwerpen de contextrijke vragen op het eind van het onderwerp gegeven worden.

Als wordt gekeken naar het punten aantal van de totalen eindexamens kan het volgende worden opgemerkt.

Over het hele eindexamen 2017-I zijn in totaal 76 punten te behalen waarvan 28 punten bij contextrijke vragen. Dit komt overeen met 37% van het totaal aantal punten wat behaald kan worden met contextrijke vragen. Bij het eindexamen 2018-I zijn in totaal 76 punten te behalen waarvan 23 punten bij contextrijke vragen. Over het gehele eindexamen 2018-I is 30% van de punten te behalen met het beantwoorden van contextrijke vragen.

Dit is minder dan ik verwacht had. Mijn gevoel was dat het scheikunde eindexamen voor ongeveer 50% uit contextrijke vragen bestond, maar na verder onderzoek bleek dit voor het onderzochte eindexamen maar 30% te zijn. Wat me erg opgevallen is, is dat veel vragen die lijken alsof ze contextrijk zijn, toch te beantwoorden zijn zonder dat de context bekeken wordt door leerlingen. Hier wordt in dit onderzoek verder geen onderzoek naar gedaan, maar kan zeker interessant zijn voor een vervolgonderzoek. Realiseren leerlingen zich dat ze dit soort vragen kunnen beantwoorden zonder naar de context te kijken, of worden ze toch afgeleid door de context.

Hoofdvraag 2. Wat voor soort vragen komen voor in de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I?

Nu duidelijk is welke vragen van de eindexamens scheikunde havo 2017-I en 2018-I vallen onder contextrijke vragen, wordt bij deze hoofdvraag verder ingezoomd op wat voor soort contextrijke vragen het betreft.

Deelvraag 2a. Welke soorten context hebben de contextrijke vragen?

Als eerste wordt gekeken onder welke categorie de contextrijke vragen vallen, waarbij een onderverdeling wordt gemaakt tussen leefwereldcontext, beroepscontext en wetenschappelijke context. Dit is terug te vinden in tabel 15. Vervolgens wordt ook gekeken hoeveel punten er per soort context behaald kunnen worden en hoeveel procent dit is van het totaal aantal punten wat te behalen is met het beantwoorden van contextrijke punten. Er is in hoofdvraag 1 onderzocht dat er bij het eindexamen uit 2017 maximaal 28 punten te behalen zijn met deze vragen en bij het eindexamen uit 2018 maximaal 23 punten.

Tabel 15: Overzicht van welke soorten context er terug komen in het eindexamen scheikunde havo 2017-I.

Soort context	Onderwerp	Vraagnummer	Aantal punten	Percentage
Leefwereld	Contrastmiddel	2	2	Totaal 17 punten: 61%
	Contrastmiddel	6	2	
	Contrastmiddel	7	2	
	Alginaat	16	2	
	Alginaat	17	3	
	Bruin worden appels	31	2	
	Bruin worden appels	33	2	
	Bruin worden appels	35	2	
Beroeps	Bio-P	19	2	Totaal 7 punten: 25%
	Bio-P	20	2	
	Bio-P	24	3	
Wetenschappelijk	Olieverf	11	2	Totaal 4 punten: 14%
	Stanly	28	2	

In het eindexamen scheikunde havo 2017-I valt op dat er voornamelijk gebruik gemaakt wordt van leefwereldcontext vragen. Ook valt op dat bij leefwereld en beroepscontexten er meerdere contextrijke vragen per onderwerp gesteld worden. Bij de twee wetenschappelijke contexten worden beide maar één vraag gesteld.

Tabel 16: Overzicht van welke soorten context er terug komen in het eindexamen scheikunde havo 2018-I.

Soort context	Onderwerp	Vraagnummer	Aantal punten	Percentage
Leefwereld	Koudemiddel	12	2	Totaal 11 punten: 48%
	Koudemiddel	14	3	
	Lignine	27	2	
	Lignine	28	2	
	Lignine	29	2	
Beroeps	Arseen in water	11	2	Totaal 8 punten: 35%
	Anatto	22	2	
	ETFE	32	2	
	ETFE	33	2	
Wetenschappelijk	Melkzuursensor	5	1	Totaal 4 punten: 17%
	Melkzuursensor	6	3	

In het eindexamen scheikunde havo 2018-I valt op dat er, net als in het examen 2017-I, voornamelijk gescoord kan worden bij leefwereldcontext vragen. Dit is te zien in tabel 16. In dit examen zitten minder verschillende opdrachten welke vallen onder leefwereldcontexten en meer opdrachten welke vallen onder beroepscontexten.

Conclusie en discussie

De bevindingen bij deze deelvraag zijn dat de binnen een onderwerp op het eindexamen er geen verschillende contexten gebruikt worden. Ook komt naar boven dat het eindexamen voornamelijk leefwereld contexten, 61% en 48%, en beroepscontexten, 25% en 35%, bevat. Er zijn in het eindexamen 2017-I maar twee en in het eindexamen 2018-I maar één onderwerp waarbij een wetenschappelijke context behandeld wordt.

Mijn verwachting was dat in het eindexamen voornamelijk leefwereldcontexten gebruikt zouden worden, omdat deze het beste aansluiten bij de leefwereld van de leerlingen. Dit

blijkt ook het geval. Bij het ene examen is ruim de helft en bij het andere examen bijna de helft van de totaal aantal punten voor de contextrijke vragen te behalen bij leefwereld contexten. Ook mijn verwachting dat wetenschappelijke context het minst behandeld zou worden, is bij deze deelvraag bevestigd. Met respectievelijk 14% en 17% zijn de minste punten te verdienen bij de wetenschappelijke contextvragen.

Deelvraag 2b. Hoe zijn de contextrijke vragen te categoriseren volgens Bloom?

Vervolgens worden de contextrijke vragen verder onderzocht op welke denkorde nodig is voor het beantwoorden van de vraag. Deze resultaten komen terug in tabel 17 voor het eindexamen 2017-I en tabel 19 voor het eindexamen 2018-I. Hierin worden de vragen nog steeds gecategoriseerd op soort context waarna per vraag bekeken wordt welke orde van denken nodig is voor het beantwoorden van de vraag. Hiervoor is de taxonomie van Bloom gebruikt, welke onderscheid maakt in:

- | | | |
|---------------|---|------------------------|
| 1. Onthouden | } | Lagere orde van denken |
| 2. Begrijpen | | |
| 3. Toepassen | | |
| 4. Analyseren | } | Hogere orde van denken |
| 5. Evalueren | | |
| 6. Creëren | | |

Tabel 17: Overzicht van welke denkniveaus nodig zijn voor het beantwoorden van contextrijke vragen in het eindexamen van 2017-I.

Soort context	Vraagnummer	Aantal punten	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	2	2	Begrijpen
	6	2	Toepassen
	7	2	Analyseren
	16	2	Evalueren
	17	3	Toepassen
	31	2	Analyseren
	33	2	Analyseren
	35	2	Toepassen
Beroeps	19	2	Begrijpen
	20	2	Begrijpen
	24	3	Toepassen
Wetenschappelijk	11	2	Begrijpen
	28	2	Begrijpen

Hieronder in tabel 18 een kort overzicht van hoeveel procent van de punten te behalen zijn bij welke soort context, gecombineerd met welke denkorde.

Tabel 18: Samenvatting van percentage punten per denkniveau per soort context in het examen 2017-I.

	onthouden	begrijpen	toepassen	analyseren	evalueren	creëren
Leefwereld		7 %	25 %	21 %	7%	
Beroeps		14 %	11 %			
Wetenschappelijk		14 %				

Uit deze samenvatting komt sterk naar voren dat bij de wetenschappelijke en beroeps contexten alleen de lagere denkorde gebruikt wordt en bij de leefwereldcontexten zowel de lagere als de hogere denkorde. Ook valt op dat over het geheel procentueel gezien erg weinig punten te behalen is met de hogere denkorde, namelijk maar 28% van het totaal aantal punten.

Tabel 19: Overzicht van welke denkniveaus nodig zijn voor het beantwoorden van contextrijke vragen in het eindexamen van 2018-I.

Soort context	Vraagnummer	Aantal punten	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	12	2	Analyseer
	14	3	Toepassen
	27	2	Begrijpen
	28	2	Analyseren
	29	2	Begrijpen
Beroeps	11	2	Begrijpen
	22	2	Evalueren
	32	2	Analyseer
	33	2	Analyseer
Wetenschappelijk	5	1	Begrijpen
	6	3	Toepassen

Hieronder in tabel 20 een kort overzicht van hoeveel procent van de punten te behalen zijn bij welke soort context gecombineerd met welke denkorde.

Tabel 20: Samenvatting van percentage punten per denkniveau per soort context in het examen 2018-I.

	onthouden	begrijpen	toepassen	analyseren	evalueren	creëren
Leefwereld		17 %	13 %	17 %		
Beroeps		9 %		17 %	9 %	
Wetenschappelijk		4 %	13 %			

Uit deze samenvatting komt net als bij het eindexamen uit 2018-I, naar voren dat bij de wetenschappelijke context alleen de lagere denkorde gebruikt wordt en bij dit examen bij de leefwereldcontexten en de beroepscontexten zowel de lagere als de hogere denkorde.

Conclusie en discussie

In zowel het examen 2017-I als 2018-I wordt bij de leefwereld context vragen zowel lagere als hoge denkorde vragen gesteld. Bij beide eindexamen worden bij de wetenschappelijke contextvragen alleen de lage denkorde vragen gesteld.

Bij de beroepscontexten zit er een verschil tussen de twee examens. Bij het examen 2017-I worden bij deze categorie alleen lage denkorde vragen gesteld, terwijl bij het examen 2018-I ook hoge denkorde vragen voorkomen.

Wat me opvalt aan deze resultaten, en wat ik niet verwacht had, is dat er voornamelijk lagere denkorde gevraagd worden bij beide eindexamens. Ook had ik niet verwacht dat de hogere denkorde vragen bij het eindexamen uit 2018-I grotendeels bij de beroepscontext zitten. Deze moeilijkere vragen had ik voornamelijk verwacht bij de leefwereldcontext en slechts een enkele vraag bij de beroepscontext, zoals ik terug heb gezien bij het eindexamen uit 2017-I.

Een ander opvallend resultaat vind ik het verschil in hoeveelheid punten die te behalen zijn met de hogere denkorde vragen. Bij het examen 2017-I zijn slechts 28% van alle punten bij contextrijke vragen te behalen met deze moeilijkere vragen, terwijl dit bij het examen 2018-I 43% is. Ik had niet verwacht dat dit percentage zo uit elkaar zou lopen. Ook in de beoordeling van het eindexamen zie ik dit verschil niet terug. Ik zie juist het tegenovergestelde. Het eindexamen 2017-I is beoordeeld met een N-norm van 1,2 en het eindexamen 2018-I is beoordeeld met een N-norm van 1,0.

Of dit verschil een trend is in het scheikunde eindexamen, wat sinds de invoering van het contextrijke scheikunde onderwijs ook steeds meer contexten bevat, wordt in dit onderzoek niet onderzocht. Het zou zeker interessant kunnen zijn om meerdere

eindexamens te onderzoeken en te kijken of deze trend zich in 2019 verder doorzet. Of er dus meer relatief moeilijkere contexten gebruikt worden waar ook relatief moeilijkere vragen bij gesteld worden.

Hoofdvraag 3. Hoe en met welke frequentie worden de leerlingen momenteel ondersteund bij het beantwoorden van contextrijke vragen?

Binnen deze hoofdvraag wordt uitgesplitst hoe en met welke frequentie de leerlingen ondersteund worden vanuit de lesmethode welke gebruikt wordt en vanuit de docent die haar lessen geeft aan de leerlingen.

Deelvraag 3a. Hoe en met welke frequentie wordt in de huidige methode Chemie het beantwoorden van contextrijke vragen getraind?

Zoals bij de methode van onderzoek toelicht is wordt bij deze deelvraag alleen gekeken naar hoofdstukken 11 en 12 uit het 5 havo lesboek van de lesmethode Chemie. In tabel 21 en 22 zijn terug te vinden hoeveel contextrijke vragen het hoofdstuk bevat en welke orde van denken nodig is om ze te beantwoorden. Omdat alle hoofdstukken op een zelfde manier opgebouwd zijn wordt aangenomen dat de bij deze hoofdstukken gevonden opbouw representatief is voor alle hoofdstukken uit dit lesboek.

Tabel 21: Samenvatting aantal en niveau van de contextrijke vragen in Hoofdstuk 11 van lesmethode Chemie.

Soort context	Vraagnummer	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	29	Begrijpen
	45	Evalueren
Beroeps	17	Toepassen
	18	Evalueren
	56	Analyseren
Wetenschappelijk	5	Analyseren

Hoofdstuk 11 – totaal 64 vragen

In heel hoofdstuk 11 zijn in totaal 64 vragen gesteld welke de leerling kan gebruiken om de lesstof eigen te maken en zich voor te bereiden op de toets. Dit is inclusief verdiepingsstof en een voorbeeldtoets. Het is erg opvallend dat van deze 64 vragen er maar 6 contextrijk zijn. Ook zijn de contextrijke vragen vrij pittige vragen, namelijk vier van de zes vragen zijn ook nog de hogere denkkorde vragen volgens de taxonomie van Bloom.

Tabel 22: Samenvatting aantal en niveau van de contextrijke vragen in Hoofdstuk 12 van lesmethode Chemie.

Soort context	Vraagnummer	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	4	Creëren
	23	Analyseren
Beroeps	59	Analyseren
Wetenschappelijk	48	Toepassen

Hoofdstuk 12 – totaal 59 vragen

In heel hoofdstuk 12 zijn in totaal 59 vragen gesteld welke de leerling kan gebruiken om de lesstof eigen te maken en zich voor te bereiden op de toets. Dit is, net als bij hoofdstuk 11, inclusief verdiepingsstof en een voorbeeldtoets. Het is ook hier erg opvallend dat van deze 59 vragen er maar 4 contextrijk zijn. Ook deze contextrijke vragen zullen door de leerlingen als vrij pittige vragen worden ervaren, namelijk drie van de vier vragen zijn ook nog de hogere denkkorde vragen volgens de taxonomie van Bloom.

Conclusie en discussie

Wat direct opvalt is dat in beide hoofdstukken bijzonder weinig contextrijke vragen voorkomen, namelijk in hoofdstuk 11 6 van de 64 vragen en in hoofdstuk 12 maar 4 van de 59 vragen. De kans is groot dat dit veel te weinig is om de leerlingen een goede basis te geven om contextrijke eindexamenvragen te beantwoorden. Wel komen alle drie de soorten contexten terug, al is het maar erg minimaal.

Wat ook opvalt is dat bij deze contextrijke vragen vooral de hogere orde van denken nodig zijn voor het beantwoorden van de vragen. Dit komt ook niet overeen met het idee dat de leerlingen in een lesmethode begeleidt worden naar het goed beantwoorden van contextrijke vragen, en komt ook niet overeen met het einddoel. In het eindexamen zelf worden namelijk voornamelijk lage denkkorde vragen gesteld bij contextrijke vragen.

Ik verwacht dat de leerlingen de contextrijke vragen welke ze tijdens het maken van de opdrachten extra moeilijk vinden, want buiten het feit dat ze nu te maken hebben met een contextrijke vraag, wordt nu ook vaak van hen verwacht direct een hogere orde van denken te gebruiken. Mijn verwachting is dan ook dat leerlingen tijdens het huiswerk maken deze opdrachten open zullen laten, of met behulp van het antwoordenboekje een antwoord zullen noteren. Omdat het om zo weinig vragen gaat op een heel hoofdstuk, denk ik niet dat leerlingen zich bewust zijn van de noodzaak om juist deze vragen goed te oefenen. Deze verwachting wordt in dit onderzoek echter niet verder onderzocht.

Deelvraag 3b. Hoe en met welke frequentie wordt de leerling door de docent ondersteund om contextrijke vragen te beantwoorden?

Om dezelfde lijn van deelvraag 3a door te zetten wordt bij het aangeboden lesmateriaal ook gekeken naar het lesmateriaal wat tijdens de scheikundelessen gebruikt wordt bij de hoofdstukken 11 en 12. Dit is terug te vinden in tabellen 23 en 24. Hierbij wordt niet gekeken naar de specifieke lesactiviteit maar naar wat voor soort context er gebruikt wordt en welke orde van denken wordt verwacht van de leerlingen bij het uitwerken van opdrachten.

Tabel 23: Analyse van de lessen behorende bij hoofdstuk 11.

Soort context	Les	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	2	Begrijpen
	6	Begrijpen
	11	Toepassen
Beroeps	9	Toepassen
	12	Toepassen
Wetenschappelijk	3	Toepassen

Hoofdstuk 11 – totaal 12 lessen

Tijdens de lessen welke gegeven worden bij hoofdstuk 11 komen contextrijke opdrachten regelmatig aan bod. Wat wel opvalt is dat vaak hetzelfde niveau van denken van de leerlingen verwacht wordt, namelijk de lage denkkorde volgens de taxonomie van Bloom.

Tabel 24: Analyse van de lessen behorende bij hoofdstuk 12.

Soort context	Les	Denkniveau volgens Bloom
Leefwereld	1	Creëren
	8	Toepassen
Beroeps	5	Toepassen
Wetenschappelijk	7	Begrijpen

Hoofdstuk 12 – totaal 9 lessen

Tijdens de lessen over hoofdstuk 12 komen de contextrijke opdrachten in vier van de negen lessen terug. Ook bij deze opdrachten wordt voornamelijk gevraagd naar de lage denkkorde volgens de taxonomie van Bloom.

Conclusie en discussie

Wat opvalt is dat in ongeveer de helft van de lessen contextrijke situaties worden aangeboden waarbij leerlingen worden getraind in het beantwoorden van contextrijke vragen. Ook worden voornamelijk de lage denkkorde vragen behandeld, net als waar bij het eindexamen scheikunde de nadruk op ligt. Deze overeenkomst komt voornamelijk omdat in vrijwel alle gevallen van het oefenen van een contextrijke vraag, er geoefend wordt met oude eindexamen opdrachten.

Echter valt ook op dat, waar in de lesmethode juist bijna alleen de hogere orde van denken terug kwam, in de lessen bijna uitsluitend de lagere orde van denken gevraagd worden van de leerlingen. De lessen bereiden de leerlingen dus waarschijnlijk niet voldoende voor om de moeilijkere vragen uit de lesmethode te kunnen beantwoorden. Ook worden de hogere denkkorde vragen überhaupt bijna niet geoefend, iets wat wel wenselijk is aangezien deze ook voor 28% (eindexamen 2017-I) en 43% (eindexamen 2018-I) van de totaal aantal punten voor contextrijke vragen meetellen.

Hoofdvraag 4. Op welke manier pakken de leerlingen een contextrijke vraag aan?

Zoals in de methode van onderzoek is beschreven, wordt eerst gebruik gemaakt van een offline meetmethode, ABCD-vragen, om te onderzoeken op welk gedeelte van het beantwoorden van de vraag de leerlingen vast lopen. Deze methode geeft echter niet voldoende informatie om een antwoord te geven op de hoofdvraag, dus wordt gevolgd door een online meetmethode, de hardopdenkmethode.

Offline meetmethode

De offline meetmethode welke gebruikt wordt is het gebruik van ABCD-vragen (Kramers & Pals, 2000). Deze vragen zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen, welke allemaal terug zijn gekomen in de zes vragen die door alle leerlingen gemaakt zijn.

- A1 Alles goed gelezen en gezien?
- A2 Analyse goed? (dus goed beeld van de situatie)?
- A3 Antwoord op de gestelde vraag gegeven?
- B1 Betrekkingen bestaand?
- B2 Betrekkingen relevant?
- B3 Betrekkingen geldig voor de probleemsituatie?
- C Consequenties redenering? Conclusie logisch?
- D Antwoord acceptabel voor docent? (Kramers & Pals, 2000)

De toets met zes vragen bevat twee vragen zonder tekst, twee vragen met één of twee zinnen tekst en twee leefwereld contextrijke vragen. Alle gestelde vragen zijn lage denkkorde vragen volgens de taxonomie van Bloom. In tabel 25 zijn de vragen per categorie samengepakt, en is in aantallen weergegeven hoeveel antwoorden er gegeven zijn. Hierbij zijn fouten binnen A1, A2 en A3 samengepakt, evenals fouten binnen B1, B2 en B3. Omdat per categorie alle 22 leerlingen twee vragen gemaakt zijn, zijn er per categorie in totaal 44 antwoorden gegeven. Gedetailleerde resultaten zijn terug te vinden in bijlage 8.

Tabel 25: Samenvatting van de resultaten van de toets, gemaakt door 22 leerlingen.

	Vragen zonder tekst	Vragen met één of twee zinnen tekst	Contextrijke vragen
Geen antwoord		28	34
A	8	8	5
B	2	2	
C	1	1	3
D		1	
Goed antwoord	33	4	2

Wat direct opvalt bij het analyseren van de eerste categorie is dat verreweg de meeste leerlingen de vragen zonder tekst goed beantwoorden. Als leerlingen een fout maken bij het beantwoorden van deze categorie vragen, is het een vraag in categorie A, wat neerkomt op het lezen van de vraag en het weten wat er gevraagd wordt. Alle vragen zijn wel beantwoord, er is geen enkele vraag leeg gelaten.

Zodra er één of twee regels tekst worden toegevoegd aan de vraag worden ineens 28 van de 44 vragen niet meer beantwoord. Er wordt zelfs geen begin meer gemaakt aan het antwoord geven op de vraag.

Zijn de leerlingen wel begonnen, dan worden ook bij deze categorie vragen de meeste fouten gemaakt bij categorie A, het lezen van de vraag en het vormen van een beeld van wat er gevraagd wordt.

Bij de contextrijke vragen wordt massaal geen antwoord meer gegeven. Maar liefst 34 van de 44 vragen wordt open gelaten. Ook hier is de meest gemaakte fout een fout uit categorie A, het lezen van de vraag en het vormen van een beeld van wat er gevraagd wordt.

Conclusie en discussie

De resultaten van de offline meetmethode met behulp van de ABCD-vragen zijn voor mij als docent erg zorgwekkend. De resultaten laten zien dat de leerlingen de kennis van de scheikundige concepten wel bezitten, want vragen zonder enige tekst kunnen de meeste leerlingen goed beantwoorden. Maar zodra de leerlingen tekst bij een vraag zien staan, of dit nu een paar regels tekst is of echt een context, wordt er zelfs geen poging meer gedaan om een antwoord te geven. De leerlingen die wel proberen de vraag te beantwoorden laten in hun deelantwoorden zien dat ze veelal de fout in gaan bij categorie A, het lezen van de vraag en het vormen van een beeld van wat er van hen gevraagd wordt.

Deze bevindingen komen overeen met wat in de verlegenheidssituatie beschreven is. Ik krijg vaak vragen van leerlingen die moeite hebben bij het selecteren van belangrijke informatie, onduidelijkheid hebben over wat er in het antwoord terug moet komen en onduidelijkheid over signaalwoorden zoals motiveer, leg uit of verklaar.

Hoe het komt dat leerlingen op dit punt vastlopen en wat er precies met hen gebeurt tijdens het beantwoorden van een contextrijke vraag, daar geeft deze offline meetmethode geen antwoord op. Dat is verder onderzocht met behulp van de online meetmethode, de hardopdenkmethode.

Online meetmethode

Bij deze onderzoeksmethode zijn twee gemotiveerde leerlingen, die ook oefenen met de scheikunde leerstof, gevraagd om een viertal contextrijke vragen te beantwoorden. Deze vragen komen letterlijk uit het eindexamen scheikunde havo 2017-I en zijn dus van eindexamen niveau, het niveau dat de leerlingen aan moeten kunnen zodra ze het eindexamen ingaan.

De gedetailleerde resultaten zijn terug te vinden in bijlage 6, waar ook het volledige gesprek van één van de twee leerlingen uitgewerkt is. Uit beide gesprekken kwam heel duidelijk naar voren dat de leerlingen op hetzelfde punt vastlopen, namelijk bij het lezen van de vraag en het vormen van een beeld van de gevraagde informatie. Het lukt hen niet om uit de context en uit de opdracht de informatie te halen om voor zichzelf te kunnen herformuleren wat er nu van hen gevraagd wordt. Dit blijkt door opmerkingen zoals direct na het lezen van de vraag: 'O shit, en hier zou ik dus al denken, dit gaat dus niet goed', of na het lezen van een vraag verzanden in een onbelangrijk detail zoals: 'Ik heb werkelijk waar nog nooit gehoord van Norit poeder.'

Zodra de leerlingen de goede richting in gestuurd worden door tips zoals: 'Als er wordt gezegd, leg uit op microniveau...', of de vraag geherformuleerd krijgt zoals bijvoorbeeld: 'Wat moet je gaan kijken of het Norit poeder wel of niet doet.' Dan lukt het de leerlingen wel om de vragen te beantwoorden.

Wat ook met enige regelmaat benoemd werd door beide leerlingen is, na het beantwoorden van de vraag, 'ooh, was het zo makkelijk, ik zat veel te moeilijk te denken.' Dit geeft aan dat de scheikundige kennis wel aanwezig is, want na hulp van de docent bij het herformuleren kunnen beide leerlingen wel een antwoord geven op de vragen.

Tussen de vier vragen zat nauwelijks verschil, wat wil zeggen dat het probleem niet zit bij een bepaald chemisch concept. Dan zou namelijk één van de vragen duidelijk minder moeten gaan dan de rest.

Conclusie en discussie

Uit de hardopdenk gesprekken met twee zwakke leerlingen is duidelijk gebleken dat beide leerlingen op hetzelfde punt vastlopen, namelijk bij het lezen van de vraag, het vormen van een beeld van wat er van hen gevraagd wordt en eventueel het herformuleren naar een voor hen gemakkelijkere vraag.

Er mag dus gesteld worden dat de zwakke maar gemotiveerde leerlingen zelfs bij het beantwoorden van de meest gemakkelijke categorie contextrijke vragen, de leefwereldcontexten gecombineerd met de lage orde denkvragen, niet in staat zijn zelfstandig de vraag te begrijpen. Of de gemiddelde en de sterke leerlingen met ditzelfde probleem zitten is niet onderzocht, maar in de resultaten van de offline meetmethode komt wel naar voren dat bijna alle leerlingen bij contextrijke vragen geen antwoord invult. Dat ze op eenzelfde punt vastlopen is aannemelijk, anders zouden zij hoogstwaarschijnlijk wel een begin gemaakt hebben met het beantwoorden van de vragen.

De leerlingen uit de 5 havo klas van mijn huidige twee examenklassen hebben dus behoefte aan training op het gebied van het snappen wat er gevraagd wordt bij een contextrijke vraag.

Eindconclusie

Uit het onderzoek is gebleken dat het beantwoorden van contextrijke vragen een belangrijk deel is van het eindexamen scheikunde op de havo. Bij het eindexamen 2017-I was 37% van het totaal aantal punten te behalen met het beantwoorden van contextrijke vragen, en bij het eindexamen 2018-I 30% van het totaal aantal punten.

Ook is gebleken dat het oefenen van verschillende soorten contexten belangrijk is. Zowel leefwereldcontexten (61% en 48%) als beroepscontexten (25% en 35%) als wetenschappelijke contexten (14% en 17%) komen terug in het eindexamen, waarbij procentueel gezien de meeste punten te behalen zijn met de leefwereldcontextvragen.

Wat opvalt is dat de contextrijke vragen niet altijd vallen onder vragen waarbij een hogere orde van denken vereist is. Bij het eindexamen 2017-I was 71% van de punten bij contextrijke vragen te behalen met vragen van een lagere denkkorde, bij het eindexamen 2018-I was dit 56%. De vragen zouden dus op basis hiervan niet al te moeilijk ervaren moeten worden.

Met de huidige lesmethode en de huidige lessen worden leerlingen hier echter niet voldoende op voorbereidt. In de onderzochte lesmethode (Chemie, 5 havo, hoofdstukken 11 en 12) worden opmerkelijk weinig contextrijke vragen aangeboden voor de leerlingen, namelijk 6 van de 64 vragen bij hoofdstuk 11 en maar 4 van de 59 vragen bij hoofdstuk 12. Bij deze vragen worden voornamelijk hogere denkvaardigheden gevraagd, iets wat niet overeen komt met het eindexamen. Ook de lessen vullen dit tekort onvoldoende aan. In de helft van de lessen wordt aandacht besteed aan contextrijke vragen. Alleen wordt hierbij bijna uitsluitend geoefend met lage denkkorde vragen, iets wat niet aansluit bij de lesmethode en wat ook een belangrijk deel van de eindexamentraining mist, namelijk de contextrijke hoge denkkorde vragen (28% in 2017-I en 43% in 2018-I)

Dat de leerlingen momenteel niet voldoende worden voorbereidt op de contextrijke vragen blijkt ook uit de toets, gemaakt door 22 leerlingen. Bij een vraag zonder tekst blijkt dat 33 van de 44 antwoorden correct zijn, maar zodra een gelijke soort vraag gesteld wordt met een context wordt bij 34 van de 44 vragen zelfs geen antwoord gegeven. Waar leerlingen voornamelijk vastlopen blijkt uit de twee hardopdenk gesprekken te kloppen met de resultaten van de schriftelijke toets, namelijk bij het lezen van de vraag, het vormen van een beeld van wat er van hen gevraagd wordt en eventueel het herformuleren naar een voor hen gemakkelijkere vraag.

Het antwoord op de hoofdvraag, hoe kan ik mijn 5 havo leerlingen het beste helpen beter te scoren bij het beantwoorden van contextrijke vragen, luidt dus als volgt. De leerlingen hebben behoefte aan een aantal dingen, zoals het oefenen van verschillende soorten contexten, het oefenen met verschillende denkkorde vragen, maar allereerst hebben de leerlingen behoefte aan training in het lezen van contextrijke vragen en het begrijpen wat er van hen gevraagd wordt. Hier zal dus in de toekomst als eerste aandacht aan moeten worden besteed.

Discussie en aanbevelingen

Het uitgevoerde onderzoek kan op een aantal punten versterkt en uitgebreid worden om een nog completer beeld te krijgen van de moeilijkheid die leerlingen ervaren bij het maken van een contextrijk eindexamen.

Eindexamen

Wat bij het onderzoeken van de twee eindexamens erg opgevallen is, is dat veel vragen die lijken alsof ze contextrijk zijn, toch te beantwoorden zijn zonder dat de context bekeken wordt door leerlingen. Hier is in dit onderzoek verder geen onderzoek naar gedaan, maar kan zeker interessant zijn voor een vervolgonderzoek. Realiseren leerlingen zich dat ze dit soort vragen kunnen beantwoorden zonder naar de context te kijken, of worden ze toch afgeleid door de context.

Iets anders wat opgevallen is, is dat bij het eindexamen van 2018 procentueel gezien meer punten zijn te behalen met contextrijke vragen dan bij het eindexamen van 2017, namelijk 43% ten opzichte van 28%. Het kan erg interessant zijn om te onderzoeken of deze trend zich doorzet in de twee eindexamens van 2019. Op deze manier wordt een nog completer beeld verkregen van hoe belangrijk het beantwoorden van contextrijke vragen is voor het behalen van het eindexamen scheikunde.

Ook de moeilijkheidsgraad van de contextrijke vragen was bij het eindexamen in 2018 hoger dan in 2017. In 2018 werden er meer vragen gesteld welke een hogere orde van denken vereiste van de leerlingen. Als dit bij de eindexamens van 2019 ook het geval is, kan de docent de voorbereiding van de leerlingen hierop aanpassen, en meer hogere orde denkvragen gebruiken bij de voorbereiding op het eindexamen scheikunde.

Lesmethode

Bij dit onderzoek is maar gekeken naar één lesmethode scheikunde voor 5 havo leerlingen. Het is goed mogelijk dat andere lesmethoden de leerlingen beter voorbereiden op het eindexamen en de leerlingen meer laat oefenen met contextrijke opdrachten. Zeker als een school op het punt staat om een nieuwe lesmethode aan te schaffen lijkt het me zeker de moeite waard om dit punt mee te nemen in de overweging om voor een bepaalde lesmethode te kiezen.

De belangrijkste tip om hierin mee te nemen is niet alleen te kijken naar de hoeveelheid oefening van contextrijke vragen, maar ook te kijken naar de verschillende contexten en de moeilijkheid van de bijbehorende vragen. Dit zou overeen moeten komen met het eindexamen, namelijk voornamelijk leefwereldcontexten, maar ook beroeps- en wetenschappelijke contexten. En de vragen zouden moeten beginnen met lage denkkorde vragen, zodat de leerlingen kunnen wennen aan contexten, om deze vervolgens langzaam op te bouwen naar hogere orde van denken.

Gekozen meetmethoden

In dit onderzoek is op basis van literatuuronderzoek gekozen voor één offline en één online meetmethode. Als offline meetmethode is gekozen voor de ABCD-methode. Hierbij moet echter wel opgemerkt worden dat de verkregen resultaten slechts een interpretatie geven van het kennen en kunnen van de leerlingen. Het is bijvoorbeeld ook mogelijk dat leerlingen na een of twee vragen gewoonweg geen zin meer hadden om meer vragen te beantwoorden, omdat deze toets toch geen cijfer zou geven. Deze mogelijkheid is niet meegenomen bij het beoordelen van de antwoorden.

Verder is het ook mogelijk dat er leerlingen zijn die het gekozen scheikundige concept, namelijk zouten, niet onder de knie hadden. Dit kan de resultaten ook beïnvloeden, omdat deze leerlingen niet voldoende kennis in huis hadden om de vragen te beantwoorden. En dit staat verder los van het wel of niet gebruiken van een context in de vraagstelling.

Als online meetmethode is de hardopdenkmethode gebruikt. Hierbij zijn echter maar twee leerlingen bevraagd. Door dit aantal uit te breiden is het mogelijk om een completer beeld te krijgen van waar leerlingen vast lopen bij het beantwoorden van contextrijke vragen.

Omgaan met contexten

De taal die gebruikt wordt binnen de scheikunde wordt gezien als een drempel voor veel leerlingen (Gardner, 1972). Vaak worden woorden uit het dagelijkse leven gebruikt, welke in de scheikunde lessen een andere betekenis hebben. In Amerika heeft Gabel (1999) gevonden dat de problemen die leerlingen ondervinden tijdens het vak scheikunde niet altijd gerelateerd zijn aan het scheikundige concept, maar vaak ook aan die manier waarop erover gepraat wordt. De sleutel ligt in het aanbieden van scheikundelessen vanuit het oogpunt van de leerlingen (Sighan, 2007)

Het leren omgaan met contextrijke opdrachten, welke een stuk taliger zijn dan conceptvragen, gaat niet vanzelf. Dit moet getraind worden in de scheikunde lessen. Er zijn vele manieren om tijdens de les te wennen aan contexten. (Hajer, 2005) Voorbeelden van deze manieren zijn terug te vinden in bijlage 10.

Leerstrategieën contextrijke vragen

Dat in de komende jaren in het scheikunde eindexamen voor havo leerlingen contextrijke vragen gesteld gaan worden, is vrijwel zeker. Daarom is het belangrijk dat leerlingen gaan leren hoe ze deze vragen gaan aanpakken. Bij het aanpakken van een contextrijke vraag kiest de leerling, bewust of onbewust, een bepaalde leerstrategie. Er is al veel onderzoek gedaan naar leerstrategieën. Zo hebben Kniep en Janssen gevonden dat sterke en zwakke leerlingen andere strategieën gebruiken bij het studerend lezen. (2011) Sterke leerlingen oriënteren zich beter op de tekst voor ze daadwerkelijk gaan lezen en gaan doelbewuster de tekst bekijken, terwijl zwakke leerlingen direct beginnen met de tekst te lezen en sneller problemen constateren tijdens het lezen.

Voor het aanpakken van contextrijke vragen zijn verschillende leerstrategieën te gebruiken. Veelal wordt een onderscheid gemaakt tussen cognitieve, metacognitieve en affectieve leerstrategieën. (Van Hout-Wolters, 2009). Voorbeelden hiervan zijn te zien in tabel 26.

Tabel 26: Verschillende soorten leerstrategieën (Van Hout-Wolters, 2009)

Cognitieve leerstrategieën	Metacognitieve leerstrategieën	Affectieve leerstrategieën
Selecteren	Oriënteren	Zichzelf motiveren
Herhalen	Plannen	Concentreren
Analyseren	Bijsturen	Zichzelf belonen
Structureren van leerstof	Reflecteren tijdens het leren	Zelfvertrouwen op peil houden
Relateren	Evalueren	

Het kan interessant zijn om te onderzoeken welke leerstrategie bij zwakke leerlingen het meeste rendement oplevert bij het beter beantwoorden van contextrijke vragen. Ook een onderzoek om te kijken welke leerstrategie het beste past bij een bepaalde soort context en/of een bepaalde moeilijkheidsgraad qua vraag kan mogelijk hele interessante resultaten geven.

Mogelijke lesactiviteiten naar aanleiding van de resultaten

Uit dit onderzoek is gebleken dat mijn leerlingen voornamelijk behoefte hebben aan training in het lezen van contextrijke vragen en het begrijpen wat er van hen gevraagd wordt. Om dit te trainen kunnen de volgende lesactiviteiten gebruikt worden. Deze lesactiviteiten zouden vervolgens onderzocht moeten worden op hun effectiviteit voor hier een definitieve aanbeveling gedaan kan worden.

Verdeel de klas in groepen van 3 a 4 leerlingen. Elke groep leerlingen krijgt een contextrijk eindexamen voorgelegd. Laat de leerlingen met elkaar de volgende activiteiten bespreken:

1. Bekijk samen elke vraag, zonder dat je de tekst hebt gelezen. Bepaal samen of dit een vraag is waarbij je de context nodig hebt of dat dit een vraag is die je zonder de context te lezen kunt beantwoorden. Als docent kun je de leerlingen sturen met opmerkingen zoals: 'Heb je bij deze vraag de tekst nodig?' of 'Heb je nu al voldoende informatie om de vraag te beantwoorden?'

Doel: De leerlingen laten beseffen dat het niet altijd nodig is om de hele tekst te lezen om een vraag te beantwoorden. Soms kan de tekst zelfs tot meer afleiding leiden.

2. Laat de leerlingen voor de contextrijke vragen samen bedenken wat voor soort context er gebruikt wordt: Leefwereld context, beroepscontext of een wetenschappelijke context. Laat ze ook per vraag beoordelen of ze dit een moeilijke of een makkelijke vraag vinden. Als docent kun je de leerlingen ondersteunen met opmerkingen zoals: 'Komt dit onderwerp je bekend voor?' of 'Wat weet je al van dit onderwerp, als je alleen de titel leest en de afbeeldingen bekijkt'. Om de leerlingen te helpen bepalen wat het niveau is van de vraag kan de docent bijvoorbeeld vragen of de leerling direct weet wat ze moeten beantwoorden of dat ze meerdere denkstapjes moeten maken. Als er meerdere denkstappen nodig zijn kan dit namelijk wijzen op een wat moeilijker vraag.

Doel: De leerlingen in laten zien dat bij een moeilijke context vaak gemakkelijkere vragen gesteld worden. Dit kan hopelijk de blokkade die leerlingen ervaren bij het lezen van een moeilijke context laten verdwijnen.

3. Laat de leerlingen met elkaar de contextrijke vragen beantwoorden. Laat ze samen ook bekijken of het gegeven antwoord goed of fout gerekend zal worden door het antwoordmodel te geven. Als de leerlingen moeite hebben met bepalen wat er gevraagd wordt kan de docent proberen te helpen door opmerkingen te maken zoals: 'Wat wordt er nu precies van je gevraagd?' of 'Wat moet er nu in je antwoord terug komen?'

Doel: Het oefenen met contextrijke vragen. Door veel contextrijke vragen te beantwoorden en door hier samen in een groep over te discussiëren voor het antwoord erbij gepakt wordt, leren leerlingen hopelijk van elkaar, wat weer een andere invalshoek geeft dan wanneer ze met de docent een contextrijke opdracht maken.

Wat belangrijk is, is dat de docent zich bewust is van de invloed die hij heeft op de training van de leerlingen. Eenmalig aanbieden van contextrijke opdrachten is niet voldoende om leerlingen te leren omgaan met dit soort opdrachten. Ook is een opbouw van leefwereldcontexten naar beroepscontexten naar wetenschappelijke contexten, dus van makkelijk naar moeilijk, belangrijk om te oefenen. Ditzelfde geldt voor de opbouw van de moeilijkheid van de vragen. (Boersma et al, 2007).

Literatuur

- Aalsvoort, J. G. M. van, Vos, W. de, & Verdonk, A. H. (1994). Is het probleem van de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde op te lossen met behulp van activiteitstheorie van Leont'ev. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 12(1), 35-57.
- Aalsvoort, J. van (2007). Welke context-conceptbenadering is het meest geschikt voor ontwikkelen van scheikundeonderwijs. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 24(1&2), 59-74.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives – Abridged edition*. New York: Longman.
- Apotheker, J., Bulte, A., Kleijn, E. de, Koten, G. van, Meinema, H., & Seller, F. (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst: over de ontwikkeling van scheikunde in de school van de 21e eeuw*. SLO.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Boersma, K.Th., Graft, M. van, Harteveld, A., Hullu, E. de, Knecht-van Eekelen, A. de, Mazereeuw, M., Oever, L. van den, & Zande, P.A.M. van der. (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar. Uitwerking van de concept-contextbenadering tot doelstellingen voor het biologieonderwijs*. Utrecht: Nibi.
- Brown, A. L., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brown, A. L., & Kane, M. J. (1988). Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning from example. *Cognitive Psychology*, 20(4), 493-523.
- Dijk, G. T. V. (2018). *Het opleiden van taalbewuste docenten natuurkunde, scheikunde en techniek: Een ontwerpgericht onderzoek* (Doctoral dissertation, Utrecht University).
- Drost, M., & Verra, P. (2012). *Handboek RTTI*. Bodegraven: Docentplus.
- Driessen, H. P. W., & Meinema, H.A. (2003). *Chemistry between Context and Concept. Designing for Renewal*. Enschede: SLO.
- van Eerde, H. A. A. (2005). Taalontwikkeling in de wiskundeles. *Levende Talen Tijdschrift*, 6(1), 12-18.
- Elbers, E. P. J. M. (2012). Iedere les een taalles? Taalvaardigheid en vakonderwijs in het (v) mbo. De stand van zaken in theorie en onderzoek.

- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1998). How to study thinking in everyday life: Contrasting think-aloud protocols with descriptions and explanations of thinking. *Mind, Culture, and Activity*, 5(3), 178-186.
- Gabel, D. L., (1999). Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A Look to the Future, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554
- Gardner, P.L. (1972). Words in Science. Melbourne: Australian Science Education Project.
- Hajer, M. (2005). Taalgericht vakonderwijs: tijd voor een nieuw vijfjarenplan. *Levende Talen tijdschrift*, 6(1), 3-11.
- Hoefnagels, J. (20018). *Analyse over de aanpak van contextrijke rekenopgaven van havo 5 leerlingen* (Afstudeeropdracht). Master Scheikunde. Fontys Lerarenopleiding Tilburg, Tilburg.
- Hout-Wolters, B. H. A. M. van, (2009). Leerstrategieën meten. Soorten meetmethoden en hun bruikbaarheid in onderwijs en onderzoek. *Pedagogische Studiën*, 2009(86), 110-129.
- Klunder, L. H. (2017). *De effecten van contextuele video's op relationeel wiskundebegrip van leerlingen-Onderzoek van Onderwijs Léon Klunder* (Master's thesis, University of Twente).
- Kniep, J. & Janssen, T. (2011). Studerend lezen in 4-havo: hoe doen leerlingen dat? *Levende Talen Tijdschrift*, 12(1), 26-37.
- Kneppers, L. (2017). *Contextrijk Economie Onderwijs*. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Kramers-Pals, H., & Pilot, A. (2000). Moeilijkheden van leerlingen met het gebruik van betrekkingen bij het oplossen van scheikunde-opgaven. *Tijdschrift voor didactiek der β -wetenschappen*, 17(2), 151-166.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 44(4), 212-218.
- Mesie, M. (2013). Is dit een vmbo-, een havo- of een vwo-leerling? OBIT: instrument om voorspellende waarde van toetsen te verhogen. *Levende Talen Magazine*, 100(3), 10-14.
- Poot, R. (2015). *Context op IJburg, Onderzoek naar de mate van toepasbaarheid van de context-concept benadering volgens de nieuwe scheikunde op het bestaande themaonderwijs van het IJburgcollege Amsterdam* (Afstudeeropdracht). Master Scheikunde. Fontys Lerarenopleiding Tilburg, Tilburg.

- Schaik, P. W. van, Bastiaanse, A. A., Schaik-Maljaars, N. S. van, Bloemhof, M., & Admiraal, W. F. (2017). Taalgerichte vakondersteuning in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. *Pedagogische Studiën*, 94, 24.
- SLO, (z.d.). *Taxonomie van bloom*. Geraadpleegd op 17 december 2018, van <https://talentstimuleren.nl/thema/stimulerend-signaleren/rijke-leeractiviteiten/taxonomie-van-bloom>
- Sluman, E., Lunenburg, I., & Buschman, A. (2009). *Science: een betekenisvolle context voor biologie?* (Master's thesis).
- Sol, I. (2013). *De implementatie van de concept-context methode op een middelbare school* (Proefschrift). Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Terlouw, C., & Kramers-Pals, H. (2004). Over het leren aanpakken van eindexamenopgaven bij scheikunde in het voortgezet onderwijs. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 21(2), 107-144.
- Vosse, J. M. (2012). *Chemie van context naar concept: 'Verf maken: je reinste tovenarij?'* (Master's thesis, University of Twente).
- Westbroek, H., Klaassen, K., Bulte, A., & Pilot, A. (2005). Characteristics of meaningful chemistry education. In *Research and the quality of science education* (pp. 67-76). Springer, Dordrecht.
- Zanten, M. van, Graft, M. van & Leeuwen, B. van, (2017). *Leerkundige verkenning van TIMSS-trends. Rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen*. Enschede: SLO.

Bijlage 1. Uitgebreide taxonomie van Bloom

KENNISOIEMENSIE >	METACOGNITIE	PROCEDURES	CONCEPTEN	FEITEN	
√ COGNITIEF PROCES DIMENSIE					HOGERE ORDE DENKVAARDIGHEDEN
Creëren ontwerpen, scheppen, samenstellen, schrijven, bouwen, ontwikkelen.	Ontwerp een leeromgeving waarin meerdere leerstijlen tot hun recht komen	Ontwerp een effectieve workflow voor een project	Stel een team van experts samen	Ontwikkel een logboek van dagelijkse activiteiten	
Evalueren coördineren, monitoren, testen, beoordelen, bekritisieren, kiezen en de keuze rechtvaardigen, besluiten.	Reflecteer op je eigen studie-voortgang	Beoordeel de efficiëntie van technieken om monsters te nemen	Bepaal de relevantie of de kwaliteit van de resultaten	Check de over-eenstemming tussen afspraken en uitvoering	
Analyseren onderscheiden, selecteren, organiseren, samenhang en verbanden vinden, patroon beschrijven, observeren, toeschrijven.	Ontrafel je eigen culturele bias	Integreer bestaande zaken met nieuwe regelgeving	Maak onderscheid tussen cultuur met een grote C en met een kleine c	Selecteer de meest complete lijst met acties in geval van...	
Toepassen gebruiken in een situatie, een plan ontwikkelen, een oplossing voorstellen, aantonen dat, laten zien hoe.	Gebruik een techniek die past bij je sterke en zwakke punten	Voer een test uit om de ph- waarde te meten van...	Geef advies aan en nieuweling hoe...	Beantwoord de meest gestelde vragen over...	LAGERE ORDE DENKVAARDIGHEDEN
Begrijpen weergeven in eigen woorden of beeld, voorbeelden geven, grote lijnen aangeven, uitleggen, classificeren, samenvatten, concluderen, vergelijken, verklaren, voorspellen.	Voorspel hoe iemand reageert op een totaal onbekende situatie	Verduidelijk de instructies voor...	Classificeer lijfstoffen volgens mate van giftigheid	Vat de voordelen samen van een nieuw product	
Onthouden herinneren, benoemen, opnoemen, definiëren, opzoeken, beschrijven, aanwijzen, reproduceren.	Beschrijf strategieën voor het onthouden van informatie	Noem de stappen bij hartmassage van een kind	Herken symptomen van uitputting	Noem de primaire en secundaire kleuren	
	COMPLEXE KENNIS		SIMPELE KENNIS		

(Hunnik, 2014)

Bijlage 2. Toelichting van de zes denkniveaus van de taxonomie van Bloom

Hieronder worden de zes denkniveaus waarin de taxonomie van Bloom vragen onderverdelen verder toegelicht. Dit is van belang omdat deze onderverdeling in dit onderzoek gebruikt wordt, en het helder moet zijn wanneer een vraag onder een bepaald denkniveau valt.



Figuur 2. Taxonomie van Bloom (SLO)

1. Onthouden

Een vraag valt onder deze lagere orde van denken als wordt gevraagd naar kennis die een leerling moet onthouden. Dit gaat vaak over basisbegrippen of basis vaardigheden. Deze vragen zijn vaak te herkennen aan woorden zoals: benoem, definieer, beschrijf, toon, identificeer, verzamel, onderzoek, wie, wat, wanneer, etc. (SLO, z.d.).

2. Begrijpen

Een vraag valt onder deze lagere orde van denken als wordt gevraagd naar een uitleg van een concept, het interpreteren van schema's of het voorspellen van gevolgen. Deze vragen zijn vaak te herkennen aan woorden zoals: vat samen, beschrijf, bespreek, interpreteer, formuleer conclusies, contrasteer, voorspel, leg verbanden, onderscheid, werk uit voor verschillende doelgroepen, werk uit voor een andere context, maak een inschatting. (SLO, z.d.).

3. Toepassen

Dit is het laatste denkniveau wat valt onder de lagere orde van denken. Hierbij moet de leerling vaak kennis gebruiken in nieuwe of praktijk situaties. Veel gebruikte woorden bij dit denkniveau zijn: pas toe, demonstreer, bereken, vul aan, illustreer, toon, los op, onderzoek, pas aan, verander, relateer, classificeer, experimenteer. (SLO, z.d.).

4. Analyseren

Dit is het eerste denkniveau wat valt onder de hogere orde denken. Leerlingen moeten bij dit denkniveau patronen kunnen herkennen, fouten herkennen in beschreven logica en verborgen betekenissen kunnen achterhalen. Veel gebruikte woorden bij dit denkniveau zijn: analyseer, scheid, orden, leg uit, verbind, classificeer, deconstrueer, construeer, vergelijk, selecteer, leid af. (SLO, z.d.).

5. Evalueren

Dit denkniveau valt ook onder de hogere orde denken. Leerlingen moeten bij dit denkniveau ideeën kunnen vergelijken en beargumenteerde keuzes kunnen geven. Ook moeten ze adequaatheid van de onderbouwing van conclusies kunnen beoordelen. Veel gebruikte woorden zijn: beoordeel, beslis, orden, geef een cijfer, toets, meet, geef een aanbeveling, overtuig, selecteer, leg uit, maak een onderscheid, ondersteun, concludeer, vergelijk, vat samen. (SLO, z.d.).

6. Creëren

De hoogste denkorde bij de taxonomie van Bloom is creëren. Bij dit denkniveau moeten leerlingen met behulp van bestaande ideeën nieuwe ideeën kunnen vormgeven, oplossingen verzinnen en onderzoeksvoorstellen opstellen. Veel gebruikte woorden bij vragen van dit denkniveau zijn: combineer, plan, ontwerp, maak, ontwikkel, onderzoek, wat als?, stel op, formuleer, herschrijf. (SLO, z.d.).

Bijlage 3. Observatiecodes bij de hardopdenkmethode

(Knip & Janssen, 2011)

Voorbeeldcodes

Code	Fase	Label	Beschrijving
A1	Voor	<i>Oriënteren</i>	De leerling vormt zich een beeld van de tekst, door het globaal doorkijken van een tekst, bijv. door het lezen van de inhoudsopgave, titels en kernwoorden, bekijken van illustraties en dergelijke.
A2	Voor	<i>Activeren van voorkennis</i>	De leerling bedenkt wat hij of zij al weet over het onderwerp.
A3	Voor	<i>Doel (= studerend lezen) bereiken</i>	De leerling bepaalt hoe hij het doel kan bereiken, bijv. door kernwoorden te onderstrepen of door specifieke informatie te zoeken (metacognitief).
B1	Tijdens	<i>Het achterhalen van de hoofdgedachte en het selecteren van belangrijke informatie</i>	Dit vereist dat de leerling de tekst begrijpt en vervolgens beslist wat belangrijke informatie is en wat niet. De leerling kan hierbij gebruik maken van tekstkenmerken (titel, kopjes, vette en cursief gedrukte woorden, etc.).
B2	Tijdens	<i>Relateren en schematiseren</i>	De leerling probeert de structuur van de tekst te doorzien en te verbinden met eerder verworven kennis. Hierbij kan de leerling ook informatie afwegen tegen het leerdoel.
B3	Tijdens	<i>Inferenties maken</i>	Dit houdt in dat de leerlingen 'tussen de regels door' kan lezen en informatie uit de tekst kan afleiden, informatie die niet expliciet gegeven is.
B4	Tijdens	<i>Het reguleren van eigen en leesproces</i>	De leerling gaat na of hij of zij de tekst begrijpt en bewaakt het eigen leesproces. Dit houdt in dat de leerling zichzelf actief observeert, om te zien welke vorderingen hij/zij maakt, bijv. door zichzelf vragen te stellen, ezelsbruggen te verzinnen of voorspellingen te doen. De leerling stuurt zo nodig het leerproces bij (metacognitief).
B5	Tijdens	<i>Het raadplegen van andere bronnen</i>	De leerling probeert informatie die hij niet snapt uit te zoeken, eventueel met behulp van externe bronnen als internet of woordenboeken.
B6	Tijdens	<i>Onderstrepen</i>	De leerling onderstreept de passages die hem belangrijk lijken.
B7	Tijdens	<i>Parafraseren/zichzelf uitleggen</i>	De leerling omschrijft in eigen woorden wat er wordt bedoeld in de tekst / legt de tekst in eigen woorden uit.
B8	Tijdens	<i>Associëren</i>	De leerling verbindt de inhoud van de tekst aan voorkennis of andere informatie.
B9	Tijdens	<i>Problemen signaleren</i>	De leerling signaleert een begripsprobleem.
B10	Tijdens	<i>Overschrijven</i>	De leerling schrijft een stuk tekst letterlijk over.
B11	Tijdens	<i>Opzoeken</i>	De leerling gebruikt tijdens het leren aantekeningen, oefenopdrachten of het boek zelf (bijv. een voorgaande paragraaf of een register), eventueel ook om een probleem op te zoeken.
B12	Tijdens	<i>Opschrijven</i>	De leerling schrijft in eigen woorden op wat hem/haar belangrijk lijkt uit de tekst.
B13	Tijdens	<i>Herhalen</i>	De leerling leest (een deel van) de tekst nog een keer met als doel bepaalde inhoud te 'leren'.
C1	Na	<i>Herlezen</i>	De leerling begint opnieuw met het lezen van (een deel van) de tekst, nadat hij de gehele tekst al een keer heeft bestudeerd.
C2	Na	<i>Herhalen en controleren</i>	De leerling neemt het geheel nog eens globaal door. Hij vertelt de hoofdpunten na of schrijft ze op, en controleert ze dan.
C3	Na	<i>Een samenvatting of een schema van de tekst maken</i>	Als de leerling dit niet al tijdens het bestuderen van de tekst heeft gedaan, kan hij of zij na afloop van de tekst samenvatten.
C4	Na	<i>Vragen bedenken</i>	De leerling kan zelf vragen bedenken over de leerstof en deze (proberen te) beantwoorden.
C5	Na	<i>Reflecteren op het eigen leerproces</i>	De leerling denkt na over de manier waarop hij of zij de tekst heeft aangepakt, en evalueert de eigen aanpak met het oog op toekomstige, vergelijkbare leertaken (metacognitief).

Bijlage 4. Zes opdrachten met denkproces noteren

1. Geef de formule van het zout natriumsulfaat.
 - a. Wat wordt er gevraagd?
 - b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - c. Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - d. Antwoord:
 - e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?
2. Geef de reactievergelijking van het neerslaan van natriumchloride bij het indampen van een natriumchloride-oplossing.
 - a. Wat wordt er gevraagd?
 - b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - c. Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - d. Antwoord:
 - e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?

In de klei-achtige stof muscoviet, met de formule $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (s), bevinden zich Si_3O_{10} -ionen.

3. Leid de lading van het Si_3O_{10} ion af.
 - a. Wat wordt er gevraagd?
 - b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - c. Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - d. Antwoord:
 - e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?

Kaliumfosfaat wordt gebruikt in medicijnen om de vorming van nierstenen te voorkomen. Nierstenen bestaan voor het grootste deel uit calciumoxalaat, CaC_2O_4 (s). het medicijn tegen de vorming van nierstenen gaat een te hoog gehalte aan calciumionen in het lichaam tegen. Het medicijn wordt opgelost in water.

4. Geef de vergelijking voor het oplossen van kaliumfosfaat.
 - a. Wat wordt er gevraagd?
 - b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - c. Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - d. Antwoord:
 - e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?

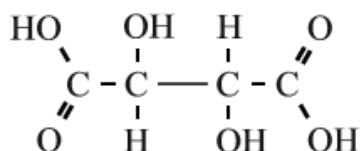
Zeewater bevat veel ionen. Gegevens hiervan kun je in Binas tabel 64A vinden. Else krijgt de opdracht om via neerslagreacties de aanwezigheid in zeewater van sulfaat-, magnesium- en calciumionen aan te tonen. Je mag er bij deze opdracht van uitgaan dat alle ionen die niet in tabel 64A genoemd worden in zulke kleine hoeveelheden aanwezig zijn, dat ze niet storen bij neerslagreacties.

5. Leg uit met welke zoutoplossing Else in het zeewater uitsluitend de sulfaationen aan kan tonen en geef de reactievergelijking.
 - a. Wat wordt er gevraagd?
 - b. Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - c. Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - d. Antwoord:
 - e. Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?

Wijn zonder droesem

In wijn kan bij lage temperaturen een bezinksel ontstaan dat 'droesem' wordt genoemd. Droesem bestaat voornamelijk uit onopgeloste zouten zoals kaliumwaterstoftartraat en calciumtartraat. Deze stoffen worden gevormd uit wijnsteenzuur ($C_4H_6O_6$) dat in de wijn aanwezig is. De structuurformule van wijnsteenzuur is weergegeven in figuur 1. Een molecuul wijnsteenzuur kan in oplossing achtereenvolgens twee H^+ ionen afstaan, waarbij eerst het waterstoftartraation en vervolgens het tartraation ontstaat.

figuur 1



6. Geef de verhoudingsformule van calciumtartraat.
- Wat wordt er gevraagd?
 - Welke kennis heb je nodig om de vraag te beantwoorden?
 - Wat moet er allemaal in je antwoord?
 - Antwoord:
 - Denk je dat je de vraag goed beantwoord hebt?

Bijlage 5. Contextrijke opdrachten om op te lossen met de hardopdenkmethode, afkomstig uit eindexamen scheikunde havo 2017-I.

Opdracht 1.

Contrastmiddel voor MRI-scans

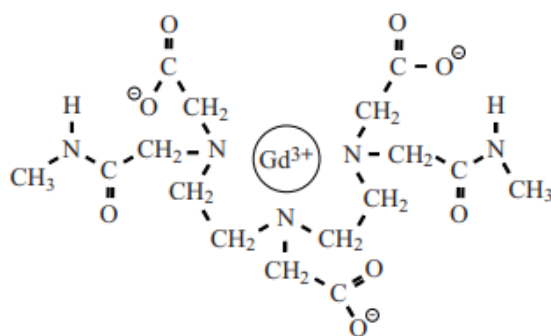
MRI staat voor Magnetic Resonance Imaging. Deze techniek wordt in ziekenhuizen gebruikt voor onderzoek aan bijvoorbeeld bloedvaten. Soms gebruikt men voor het maken van een MRI-scan het contrastmiddel OMNISCAN™. Dit wordt in de bloedbaan geïnjecteerd.

figuur 1



In een gadodiamide-deeltje is een Gd^{3+} ion ingekapseld door een organisch deeltje. Zie figuur 2 voor een structuur van een gadodiamide-deeltje.

figuur 2



Gadodiamide is goed oplosbaar in water. De gadodiamide-deeltjes blijven in de oplossing intact en vallen niet uiteen tot ionen.

a. Leg uit op microniveau, aan de hand van figuur 2, dat gadodiamide goed oplosbaar is in water.

Voor de mens wordt als veilige dosering van gadodiamide de grens van 0,1 mmol per kg lichaamsgewicht aangehouden. Hierop is de onderstaande doseringskaart voor OMNISCAN™ gebaseerd.

lichaamsgewicht (kg)	50	60	70	80	90	100
Volume (mL)	10	12	14	16	18	20

Met een berekening kan worden aangetoond dat bij een dosering die op de doseringskaart is vermeld, de veiligheidsgrens niet wordt overschreden.

b. Geef de berekening voor een persoon van 60 kg.

Maak hierbij gebruik van:

- De molaire massa van gadodiamide is 574 g mol^{-1} ;
- Informatie uit het etiket in figuur 1.

Men verwacht dat het gebruik van gadodiamide toeneemt. Omdat gadodiamide via de urine wordt uitgescheiden, zal het gehalte aan gadodiamide in afvalwater toenemen. Dit kan voor milieuproblemen zorgen omdat gadodiamide niet in een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt afgebroken. In een laboratorium werd onderzocht of gadodiamide kan worden verwijderd uit een oplossing door middel van de scheidingsmethode adsorberen. De conclusie was dat verwijdering niet lukt met deze scheidingsmethode.

c. Beschrijf in grote lijnen hoe een experiment kan worden uitgevoerd om te onderzoeken of gadodiamide uit een oplossing kan worden verwijderd met behulp van Norit®-poeder als adsorptiemiddel.

In tabel 1 staan gemiddelden van een aantal metingen van Gd^{3+} gehalte.

tabel 1

locatie	rivierwater	Uitstroom van rioolwaterzuivering (wordt geloosd op het oppervlaktewater)	Afvalwater ziekenhuizen
Gd^{3+} gehalte ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0,2	1,1	100

Hoewel nog geen methode bestaat om gadodiamide uit afvalwater te verwijderen, wordt bij RWZI's al nagedacht over de wijze waarop de eventuele verwijdering kan worden uitgevoerd. Een chemisch technoloog stelt voor om de urine van mensen bij wie gadodiamide is gebruikt, apart te verzamelen en daaruit het gadodiamide te verwijderen.

d. Geef een argument dat de chemisch technoloog kan noemen waarom het effectiever is om gadodiamide te verwijderen uit de apart verzamelde urine dan uit rioolwater. Motiveer je antwoord.

Bijlage 6. Resultaten eindexamen scheikunde havo 2017-I

In de tabellen hieronder staat per onderwerp van de eindexamens scheikunde havo 2017-I uitgesplitst welke vraagnummers bij een onderwerp horen, hoeveel punten voor de vraag te behalen zijn en of de vraag contextrijk is of niet. Uiteindelijk wordt per onderwerp bekeken hoeveel punten er totaal te behalen zijn, en hoeveel procent van de punten te behalen was met contextrijke opgaven.

Resultaten eindexamen scheikunde havo 2017-I

Tabel 6.1: Onderwerp 1. Contrastmiddel voor MRI-scans

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
1	3	NC
2	2	C
3	2	NC
4	2	NC
5	3	NC
6	2	C
7	2	C
Totaal	16 punten	3x C (6 punten) 4x NC (10 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $6 \times 100 / 16 = 38\%$

Bij het onderwerp 'MRI-scans' zijn drie van de zeven vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 6 van de 16 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 38%.

Tabel 6.2: Onderwerp 2. 'Drogen' van witte olieverf

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
8	2	NC
9	2	NC
10	3	NC
11	2	C
12	2	NC
13	2	NC
Totaal	13 punten	1x C (2 punten) 5x NC (11 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $2 \times 100 / 13 = 15\%$

Bij het onderwerp 'Drogen van witte olieverf' is maar één van de zes vragen een contextrijke vraag. Voor deze contextrijke vraag is 2 van de totaal 13 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 15%.

Tabel 6.3: Onderwerp 3. Alginaat

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
14	2	NC
15	3	NC
16	2	C
17	3	C
Totaal	10 punten	2x C (5 punten) 2x NC (5 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $5 \times 100 / 10 = 50\%$

Bij het onderwerp 'Alginaat' zijn twee van de vier vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 5 van de 10 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 50%.

Tabel 6.4: Onderwerp 4. Bio-P

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
18	1	NC
19	2	C
20	2	C
21	2	NC
22	3	NC
23	2	NC
24	3	C
Totaal	15 punten	3x C (7 punten) 4x NC (8 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $7 \times 100 / 15 = 47\%$

Bij het onderwerp 'Bio-P' zijn drie van de zeven vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 7 van de 15 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 47%.

Tabel 6.5: Onderwerp 5. Stanly®

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
25	2	NC
26	2	NC
27	2	NC
28	2	C
Totaal	8 punten	1x C (2 punten) 3x NC (6 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $2 \times 100 / 8 = 25\%$

Bij het onderwerp 'Stanly®' is maar één van de vier vragen een contextrijke vraag. Voor deze contextrijke vraag is 2 van de totaal 8 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 25%.

Tabel 6.6: Onderwerp 6. Bruin worden van appels

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
29	1	NC
30	3	NC
31	2	C
32	2	NC
33	2	C
34	2	NC
35	2	C
Totaal	14 punten	3x C (6 punten) 4x NC (8 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $6 \times 100 / 14 = 43\%$

Bij het onderwerp 'Bruin worden van appels' zijn drie van de zeven vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 6 van de 14 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 43%.

Bijlage 7 Resultaten eindexamen scheikunde havo 2018-I

In de tabellen hieronder staat per onderwerp van de eindexamens scheikunde havo 2018-I uitgesplitst welke vraagnummers bij een onderwerp horen, hoeveel punten voor de vraag te behalen zijn en of de vraag contextrijk is of niet. Uiteindelijk wordt per onderwerp bekeken hoeveel punten er totaal te behalen zijn, en hoeveel procent van de punten te behalen was met contextrijke opgaven.

Resultaten eindexamen scheikunde havo 2018-I

Tabel 7.1: Onderwerp 1. Melkzuursensor

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
1	3	NC
2	2	NC
3	2	NC
4	2	NC
5	1	C
6	3	C
Totaal	13 punten	2x C (4 punten) 4x NC (9 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $4 \times 100 / 13 = 31\%$

Bij het onderwerp 'Melkzuursensor' zijn twee van de zes vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 4 van de 13 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 31%.

Tabel 7.2: Onderwerp 2. Arseen in drinkwater

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
7	2	NC
8	2	NC
9	2	NC
10	2	NC
11	2	C
Totaal	10 punten	1x C (2 punten) 4x NC (8 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $2 \times 100 / 10 = 20\%$

Bij het onderwerp 'Arseen in drinkwater' is maar één van de vijf vragen een contextrijke vraag. Voor deze contextrijke vraag is 2 van de totaal 10 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 20%.

Tabel 7.3: Onderwerp 3. Koudemiddel

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
12	2	C
13	2	NC
14	3	C
15	3	NC
16	3	NC
Totaal	13 punten	2x C (5 punten) 3x NC (8 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $5 \times 100 / 13 = 38\%$

Bij het onderwerp 'Koudemiddel' zijn twee van de vijf vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 5 van de 13 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 38%.

Tabel 7.4: Onderwerp 4. Anatto

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
17	3	NC
18	2	NC
19	3	NC
20	2	NC
21	2	NC
22	2	C
Totaal	14 punten	1x C (2 punten) 5x NC (12 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $2 \times 100 / 14 = 14\%$

Bij het onderwerp 'Anatto' is maar één van de zes vragen een contextrijke vraag. Voor deze contextrijke vraag is 2 van de totaal 14 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 14%.

Tabel 7.5: Onderwerp 5. Lingine

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
23	2	NC
24	3	NC
25	2	NC
26	2	NC
27	2	C
28	2	C
29	2	C
30	3	NC
Totaal	18 punten	3x C (6 punten) 5x NC (12 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $6 \times 100 / 18 = 33\%$

Bij het onderwerp 'Lingine' zijn drie van de acht vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 6 van de 18 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 33%.

Tabel 7.6: Onderwerp 6. ETFE

Vraagnr	Aantal punten	Contextrijk [C] /niet contextrijk [NC]
31	2	NC
32	2	C
33	2	C
34	2	NC
Totaal	8 punten	2x C (4 punten) 2x NC (4 punten)

Percentage punten te behalen met contextrijke opgaven: $4 \times 100 / 8 = 50\%$

Bij het onderwerp 'ETFE' zijn twee van de vier vragen contextrijke vragen. Voor deze contextrijke vragen zijn in totaal 4 van de 8 punten te behalen, wat overeen komt met een percentage van 50%.

Bijlage 8. Resultaten van de schriftelijke toets

Per vraag is weergegeven hoe ver de leerlingen gekomen zijn. Vragen 1 en 2 zijn vragen zonder tekst erbij. Vragen 3 en 4 hebben 1 en 2 zinnen tekst, en vragen 5 en 6 zijn contextrijke opdrachten, beide met een leefwereldcontext.

	Vraag 1	Vraag 2	Vraag 3	Vraag 4	Vraag 5	Vraag 6
Geen antwoord			10	18	14	20
A		8	5	3	3	2
B	1	1	2			
C	1		1		3	
D				1		
Goed antwoord	20	13	4		2	

Bijlage 9. Resultaten hardopdenkmethode

Beide leerlingen gaven een zelfde beeld qua antwoorden. Er is voor gekozen om één leerling volledig uit te werken. De gedetailleerde resultaten van de tweede leerling zijn op te vragen.

Samenvatting Leerling A

Leerling A is erg onzeker over haar eigen scheikunde kennis. Ze begint direct met het lezen van de opdracht, zonder zich eerst te oriënteren op de vraag, titel of afbeeldingen. Ze benoemt vaak dat ze 'dit stukje niet snapt'. Bij de vraag aangekomen benoemt ze regelmatig dat ze niet weet wat ze moet doen of wat er van haar gevraagd wordt. Ze heeft veel tijd nodig om tot een antwoord te komen en ook veel hulp, voornamelijk met het herformuleren van wat er nu daadwerkelijk gevraagd wordt.

Observatieformulier leerling A

Code	Fase	Label	Beschrijving
A2	Voor	<i>Activeren van voorkennis</i>	A leest de titel en benoemt dat ze het onderwerp al bij NLT gehad heeft.
B8	Tijdens	<i>Associëren</i>	A benoemt wat ze weet over het begrip microniveau.
A1	Voor	<i>Oriënteren</i>	A bekijkt de vraag en de afbeeldingen.
B9	Tijdens	<i>Probleem signaleren</i>	A signaleert dat ze moeite heeft met het begrip 'leg uit' wat in de vraag staat.
C1	Na	<i>Herlezen</i>	A leest een stuk tekst opnieuw om te proberen antwoord te geven op de vraag.
Code	Fase	Label	Beschrijving
B1	Tijdens	<i>Het selecteren van belangrijke informatie</i>	A selecteert direct de belangrijke informatie voor het berekenen van de veilige dosering van gadodiamide.
B12	Tijdens	<i>Opschrijven</i>	A schrijft de formule op voor het berekenen van de veilige dosering en rekt dit uit.
C1	Na	<i>Herlezen</i>	Ze herleest haar antwoord en realiseert zich dat ze nog geen compleet antwoord gegeven heeft.
B9	Tijdens	<i>Problemen signaleren</i>	Met hulp van de docent realiseert A zich dat ze niet de juiste berekening aan het uitvoeren is.
B13	Tijdens	<i>Herhalen</i>	A leest een deel van de tekst nog een keer met als doel bepaalde inhoud beter te begrijpen.
C2	Na	<i>Herlezen en controleren</i>	A realiseert zich dat het antwoord wat ze gegeven heeft niet goed is, maar besluit verder te gaan met de volgende vraag.
Code	Fase	Label	Beschrijving
B9	Tijdens	<i>Probleem signaleren</i>	A benoemt direct bij het lezen van de vraag dat ze nog nooit van Norit poeder gehoord heeft.
B8	Tijdens	<i>Associëren</i>	A benoemt wat ze weet over twee stoffen met elkaar te vergelijken.
B9	Tijdens	<i>Probleem signaleren</i>	A blijft erg hangen in problemen die ze tegenkomt zoals het niet weten of er een indicator bestaat voor gadodiamide.
B2	Tijdens	<i>Relateren</i>	A probeert de kennis die ze van de docent krijgt te relateren aan andere vaste stoffen die

			je in een vloeistof doet, en hoe je deze eruit kunt halen.
C3	Na	<i>Samenvatten</i>	Na verschillende stapjes te hebben bedacht vat A, met wat hulp van de docent, samen welke methode ze bedacht heeft.
Code	Fase	Label	Beschrijving
B12	Tijdens	<i>Opschrijven</i>	Direct na het lezen van de vraag geeft A een antwoord.
C2	Na	<i>Herlezen en controleren</i>	A leest het stukje tekst boven de vraag en komt erachter dat haar antwoord niet klopt bij deze tekst.
B12	Tijdens	<i>Opschrijven</i>	A vindt snel na het herlezen van de vraag een beter antwoord wat, na wat aanscherpen, correct is.

Verloop van het gesprek

Vraag 1

Leerling benoemt dat ze dit onderwerp al bij NLT gehad heeft. Ze benoemt snel over de tekst te lezen en start bij de eerste vraag te lezen. Ze benoemt direct: 'O shit, en hier zou ik dus al denken, dit gaat dus niet goed'. Ze wacht een paar seconden en leest de vraag hardop voor. Vervolgens zegt ze: 'Ja, ik weet niet. Ik denk dat ik eerst een uur naar dat plaatje zou zitten kijken, en dat ik dan met een antwoord zou komen zoals waterstofbruggen.' Docent vraagt waarom ze dan denkt aan waterstofbruggen. Leerling antwoord met: 'Ja, ik zou dan toch denken waterstofbruggen ja.' Ze is een paar seconden stil en begint te benoemen wat ze weet over het begrip microniveau en eindigt met te zeggen dat ze blijft bij het antwoord waterstofbruggen. Docent vraagt wanneer een stof goed oplosbaar is in water en wanneer niet. Leerling antwoord dat ze niet goed weet naar welke stof ze moet kijken op de afbeelding. Docent helpt de leerling naar welke stof ze moet kijken, en de leerling valt een paar seconden stil. Ze leest nogmaals de tekst boven de vraag en vraagt zich af of het uitmaakt dat er Gd^{3+} ingekapseld zit. Docent geeft richting en vraagt: 'Dus je denkt aan waterstofbruggen. Heb je dan antwoord gegeven op de vraag?' De leerling leest de vraag opnieuw, lacht en zegt: 'Nee, echt niet.' Ze geeft aan niet te weten wat er in het antwoord moet komen dus de docent helpt haar op weg door te zeggen: 'Als er wordt gezegd, leg uit op microniveau...' De leerling vult direct in dat ze het woord atomen moet gebruiken. De docent vervolgt: 'Als er staat leg uit, is je antwoord van alleen het woord waterstofbruggen dan genoeg?' De leerling vult direct in dat dit niet voldoende is en moet om zichzelf lachen. Ze formuleert vervolgens een verkeerd antwoord namelijk 'Het atoom wordt ingesloten door verschillende waterstofbruggen.' en is tevreden met dit antwoord.

Vraag 2

De leerling begint met het doorlezen van de vraag en leest vervolgens de tekst welke boven de vraag staat. Ze begint direct met het berekenen van $60 \text{ kg} \times 0,1 \text{ mmol} = 6 \text{ mmol}$. Nu twijfelt ze of ze $\times 1000$ of $:1000$ moet doen om van mmol naar mol om te rekenen. Na even twijfelen kiest ze de goede en berekend hoeveel mol de veilige dosering is. Vervolgens gaat ze verder met vermenigvuldigen met de molaire massa van gadodiamide en ziet niet in dat dit is voor het berekenen van wat de persoon daadwerkelijk binnen krijgt. Ze herleest haar antwoord omdat ze denkt te zien aan het gezicht van de docent dat ze een fout maakt en zegt: 'Ho, wacht even, dit is een doorbraak in de zaak.' en realiseert zich dat ze met de 0,006 mol niet verder moet rekenen. Nu loopt ze vast en begint ze toch weer verder te rekenen met de uitkomst. Ze benoemt: 'Nu staat er nog die 12 mL maar wat ik daar nou mee moet.' De docent geeft haar de tip om de vraag opnieuw te lezen. Ze loopt nu vast en vraagt zich af: 'Ok, dus met die 12 mL ga je dus niet over de grens heen, want anders zou je die niet krijgen. Nu is dus de vraag of je met die 3,4 gr (0,006 mol x

574 g/mol) wel over de grens heen gaat.' De docent geeft de hint om in de vraag te kijken bij het tweede streepje. Hier staat dat ze figuur 1 moet gebruiken. De leerling leest dit nu pas en geeft aan hier zelf niet toe gekomen te zijn. Nu ziet ze staan dat er 287 mg/mL in de vloeistof zit en maakt ze de berekening $3400 \text{ mg} \times 287 \text{ mg/mL} = 988428$ en lacht heel hard om dit antwoord. Ze realiseert zich dat dit een fout antwoord is maar heeft geen idee wat ze fout gedaan heeft. Ze zegt een aantal keren: 'Ow, wacht even. Euhm.' Maar komt er niet uit. De docent besluit verder te gaan met de volgende vraag.

Vraag 3

A begint met het lezen van de vraag, en leest vervolgens de tekst boven de vraag en de vraag nogmaals. Ze blokkeert direct en zegt: 'Ik heb werkelijk waar nog nooit gehoord van Norit poeder.' De docent vraagt haar of dit hier belangrijk is, en ze antwoordt dat dat dan wel niet zo zal zijn. Ze begint wel hardop te denken en formuleert direct een mogelijk antwoord: 'Ik zou denk ik, hmm, dit is wel moeilijk. Ik zou denk ik drie potjes maken en dan in 1 potje zuiver gadodiamide, in het 2e potje norit poeder en in het 3e potje norit poeder met gadodiamide. En dan zou ik gewoon kijken wat het verschil is. Misschien verandert er een kleurtje ofzo.' De docent helpt haar op weg door uit te leggen wat Norit poeder is, zodat ze daar een beter beeld bij krijgt. A zegt vervolgens: 'O, dus Norit poeder lost niet op in water, en dat andere stofje ook niet. Heeft dat met elkaar te maken?' De docent zegt dat dat andere stofje juist wel oploste in water, zoals ze bij vraag 1 heeft uitgelegd. A moet weer om zichzelf lachen en schaamt zich voor haar antwoorden. De docent herformuleert de vraag: 'Wat moet je gaan kijken of het Norit poeder wel of niet doet.' A antwoordt met adsorberen. De docent vraagt wat Norit poeder wel of niet moet adsorberen. A antwoordt direct met Gadodiamide. Vervolgens vraagt de docent: 'Hoe zou je nou kunnen kijken of Norit poeder die stof wel of niet adsorbeert?'. A denkt even na en vraagt zich af of ze weet of Norit poeder in vaste vorm zou moeten adsorberen of niet. Ze wordt op weg geholpen met: 'Je doet de vaste stof ergens bij en dan adsorbeert hij of wel of niet.' A realiseert zich nu dat de Gadodiamide opgelost zit en zegt: 'O, wacht, dit maakt heel erg veel duidelijk. Het zijn geen twee vaste stoffen, die gadodiamide zit opgelost' en formuleert vervolgens een antwoord waarin ze norit poeder bij het pure contrastvloeistof wil doen. De docent stuurt erop aan dat ze de vraag nogmaals leest. A weet nog steeds niet waar de docent heen wil dus de docent herformuleert: 'Dus wat heb je. Je hebt een oplossing met gadodiamide erin. En je gaat kijken of als je er norit bij doet, of hij de gadodiamide eruit haalt of dat de gadodiamide er nog steeds in zit.' A gaat zich afvragen of er een indicator bestaat om gadodiamide aan te tonen. De docent geeft aan dat dit niet van belang is. A mag aannemen dat er een manier is om te bepalen of en hoeveel gadodiamide er in de oplossing zit. A formuleert nu haar antwoord: 'Dus je hebt die vloeistof, daar doe je noritpoeder bij.' De docent vraagt door wat ze nu doet, want nu heeft ze het vaste norit in de oplossing zitten. A benoemt nu filtreren en wil kijken of er nog gadodiamide zit in 'het substraat, nee die andere, die onderste die door het filter is heen gegaan'. En de docent vult aan dat ze het filtraat bedoelt. A blijft zich afvragen hoe ze kan onderzoeken of er nog gadodiamide in het filtraat aanwezig is, maar de docent geeft aan dat dit niet van toepassing is voor deze vraag. A vraagt: 'Was dat al de oplossing? Dan zat ik veel te moeilijk te denken. Dit had ik op zich ook wel zelf kunnen bedenken.'

Vraag 4

A leest de vraag door, en realiseert zich nu pas dat alle vragen over een gezamenlijk onderwerp, namelijk gadodiamide, gaan. A formuleert direct een antwoord: 'Ja, nou, in rioolwater zitten ook andere stoffen dan alleen gadodiamide.' De docent geeft de top om het stukje tekst boven de vraag te lezen. A leest deze tekst door. Ze weet even geen antwoord en leest het stukje tekst en de vraag nog een keer door. A geeft als antwoord: 'De mensen die de gadodiamide ingespoten hebben gekregen, moeten hier ook weer vanaf. Daardoor plassen ze het uit. En dat lijkt me effectiever dan rioolwater, want daar hoeft niet perse dat spul in te zitten.' De docent geeft aan dat A moet proberen concreter te zijn met haar antwoord, en nu geeft ze wel een goed antwoord.

Samenvatting leerling B

Leerling B heeft naar eigen zeggen, al veel geoefend met eindexamen opdrachten maar blijft onzeker over zijn scheikunde kennis. Hij benoemt dat hij makkelijke vragen goed kan beantwoorden maar moeite heeft met zogenaamde verhaaltjesvragen.

Bij het beantwoorden van de vier opdrachten valt op dat hij direct begint met het lezen van de tekst. Zodra hij een vraag tegen komt leest hij deze ook en leest vervolgens steeds weer de tekst die ook onder de vraag staat zonder zich te realiseren dat deze tekst pas bij de volgende vraag van belang is. Hier komt hij na een paar zinnen pas achter. Hij herhaalt vaak dat 'hij niet weet welke kant hij op moet denken'. Ook op de vraag wat er nu van hem gevraagd wordt, kan hij steeds maar moeilijk antwoord geven. Bij drie van de vier vragen wordt in eerste instantie geen antwoord gegeven op wat er gevraagd wordt. Bij de vierde vraag wordt een incorrect antwoord gegeven. Ook leerling B is veel tijd kwijt bij het analyseren van de vraag en het vormen van een beeld. Als dit beeld met behulp van de docent gevormd is, en hij weet wat er in het antwoord moet komen, kan hij vrij snel een antwoord geven op de vraag. Dit antwoord is bij twee van de vier vragen nog niet concreet genoeg. De leerling kan dit zelf met behulp van een aantal sturende vragen van de docent aanpassen.

Bijlage 10. Leren omgaan met contexten tijdens de scheikundeles

Tabel 10.1: Manieren om tijdens de lessen te werken met contextrijke vragen. (Hajer, 2005).

Contextrijk leren

- De docent schept betekenisvolle contexten, aansluitend bij de (talige) voorkennis en belevingswereld van leerlingen.
- De docent schept een rijke taalomgeving met een variatie aan leermiddelen.
- Er wordt geleerd met verschillende zintuigen.
- Er wordt in context getoetst.

Leren in interactie

Leerlingen worden aangezet tot praten en schrijven over de leerstof:

- manieren om lesinhouden te verdiepen;
- manieren om groeperingsvormen effectief in te zetten;
- het bewust hanteren van denktijd en begripscontrole in gesprekken;
- het bevorderen van een respectvol klassenklimaat om interactie te stimuleren;
- reflectie.

Leren met taalsteun

- Taaldoelen en vakconcepten van een les(senreeks) worden geëxpliciteerd en bijvoorbeeld op het bord geschreven.
 - De docent biedt talige ondersteuning bij het begrijpen van taalaanbod en het zelf produceren van taal (pratend en schrijvend), bijvoorbeeld via schrijfkaders en sleutelschema's.
 - De docent hanteert taalondersteunende technieken in zijn uitleg van leerstof en in feedback op de inbreng van de leerlingen.
-

Een manier om te leren omgaan met bepaalde signaalwoorden is het werken met schrijfkaders. (Hajer, 2005). Bij een vraag met daarin een bepaald signaalwoord wordt dan de vorm waarin het antwoord gegeven moet worden aan de leerling voorgelegd. Geleidelijk aan worden deze schrijfkaders steeds minimalistischer waardoor de leerling steeds meer zelf moet bepalen wat er in een antwoord terug moet komen.

Tijdens de lessen speelt de docent een hele belangrijke rol. Sommige docenten lijken 'krakkemikkige taalvaardigheid' en taalachterstanden van leerlingen te beschouwen als iets onomkeerbaars waar je mee moet leven, terwijl anderen de taalverschillen zien als exponent van verschillen in een ontwikkeling die continu doorgaat. (Hajer, 2005). Hoe opener een docent staat voor de ontwikkeling van de leerlingen, hoe gemakkelijker de leerlingen zichzelf kunnen ontwikkelen.

Het is van belang dat de docent zich realiseert dat de leerlingen te maken krijgen met drie soorten woorden, zoals in figuur 10.1 wordt weergegeven.

- Buitenschoolse woorden
- Schooltaalwoorden
- Vaktaalwoorden

Laag 1 zijn de buitenschoolse woorden. Dit zijn woorden die de leerling veel gebruikt, de zogenaamde basiswoorden. Leerlingen kennen deze woorden en weten precies wat ze betekenen en hoe ze gebruikt worden. Laag 2 zijn de schooltaalwoorden. Dit zijn woorden die bijvoorbeeld in schoolboeken terug komen en in volwassen taalgebruik. Leerlingen gebruiken deze woorden zelf niet, maar als ze goed opletten komen ze tijdens de lessen deze woorden regelmatig tegen. Voorbeelden van deze woorden zijn 'voornamelijk', 'ontkennen' of 'geleidelijk'. De vaktaalwoorden in laag 3 zijn woorden welke weinig voorkomen en vaak erg specifiek zijn voor één gedeelte van de lesstof, zoals bij scheikunde bijvoorbeeld 'condensatie', 'brandstof' en 'reductor'. (Van Schaik et al, 2017)



Figuur 10.1. Drie soorten woorden. (Van Schaik et al, 2017).

Het klasmanagement blijkt ook van groot belang voor de ontwikkeling van het werken met contexten. Een docent waarbij het klasmanagement op orde is, staat vaak meer open voor activerende werkvormen, waarbij meer geoefend kan worden met contexten door bijvoorbeeld groepswork of uitdagende opdrachten uit de actualiteit. (Hajer, 2005).