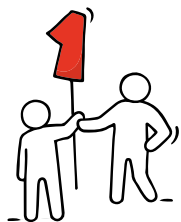
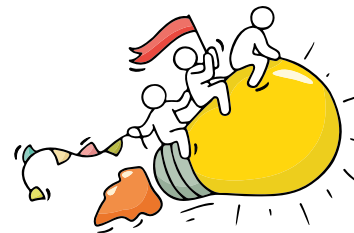


Scrum werkt! >

Resultaten van onderzoek naar
de implementatie en opbrengsten
van Scrum in de klas



Jan van Rossum
In samenwerking met
Hans Vogelzang

> Inhoud

> Voorwoord 3

> Inleiding 4

Hoofdstuk 1: Formatief toetsen draagt bij aan diepgaand leren 8

Hoofdstuk 2: Waarom motiveert Scrum leerlingen? 11

Hoofdstuk 3: Wat vraagt Scrum van docenten? 14

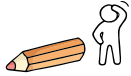
Hoofdstuk 4: Betere leeropbrengsten met Scrum 16

Hoofdstuk 5: Wetenschappelijke geletterdheid en Scrum 19

> Conclusies 23

> Noten 24

> De auteurs 25



In oktober 2011 is Jan van Rossum begonnen om Scrum toe te passen binnen de Scheikunde lessen op het Ashram College in Alphen aan den Rijn. Het enthousiasme van zijn leerlingen tijdens het werken met Scrum, hun motivatie om te leren en hun groeiende reflectievermogen en zelfregulatie waren een genot om te ervaren. Samen met de stijgende resultaten gaf dit ons het gevoel dat we iets waardevols in handen hadden. Dit bracht ons op het idee om Scrum naar andere scholen in Nederland te brengen.

Inmiddels zijn we als Scrum@school actief in alle sectoren van het onderwijs. Niet alleen leerlingen en studenten, maar ook vele docenten scrummen hun eigen leren en werken. Ook een aantal onderwijsorganisaties scrummen en zijn daarmee op weg naar een Agile School.

Voortdurend zeggen wij, en met ons vele scrummende docenten en schoolleiders, dat Scrum het onderwijs op alle fronten ondersteunt. Dit is gebaseerd op de vele ervaringen die we samen met duizenden docenten de afgelopen tien jaar opgedaan hebben. Echter dit is geen bewijs. Daarvoor is wetenschappelijk onderzoek nodig.

Hans Vogelzang, docent Scheikunde en NLT op het Greijdanus College te Zwolle, werkt al jaren met Scrum. Hij heeft op verschillende manieren onderzoek gedaan naar Scrum: in zijn eigen klassen, in de literatuur en bij een groot aantal collega docenten door het hele land. Op 10 november 2020 is hij gepromoveerd. De titel van zijn proefschrift is *Scrum in secondary Chemistry education: a methodology to support teachers and to scaffold students*.

Deze promotie resulteerde in vijf artikelen, die zijn gepubliceerd in toonaangevende onderwijs-tijdschriften. Die publicatie had soms flink

wat voeten in aarde. Enkele artikelen werden in eerste instantie geweigerd omdat er onvoldoende verwijzingen naar eerder onderzoek in zouden staan. Een lastige kip-ei discussie, omdat dit onderzoek simpelweg nog niet was gedaan... Toekomstige onderzoekers kunnen nu in elk geval verwijzen naar deze vijf goed onderbouwde artikelen.

We zijn bijzonder blij met het onderzoek van Hans Vogelzang en bedanken hem bij deze voor zijn bijdrage aan het bewijs dat Scrum in het onderwijs werkt.

Jan van Rossum is Scrumdocent van het eerste uur en een van de enthousiaste en bevlogen initiatiefnemers van Scrum@school. Hij gaf vele Scrumtrainingen aan docenten, onder andere aan de Scheikunde docenten die meededen aan het onderzoek van Hans Vogelzang. Tijdens het soms eenzame promotietraject onderhield hij regelmatig contact met Hans en maakte hij de Nederlandstalige bewerkingen van zijn artikelen, die in deze bundel zijn opgenomen.

We zijn buitengewoon blij met het nooit aflatende enthousiasme en vertrouwen van Jan van Rossum in Scrum als onderwijsmethodiek. Zonder Jan was Scrum@school er niet geweest en was de implementatie van Scrum in het Nederlandse onderwijs een stuk minder ver gevorderd. We bedanken hem – ongetwijfeld ook namens vele docenten, schoolleiders, leerlingen en studenten, al kennen deze laatsten lang niet allemaal zijn naam – voor zijn zeer waardevolle bijdrage aan deze krachtige en prachtige onderwijsinnovatie.

We wensen iedereen veel plezier met het lezen van deze bundel en hopen dat deze bijdraagt aan een nog betere Scrum-praktijk en nog meer zorgvuldig onderzoek.

Scrum@school, juni 2021



In deze bundel wordt voortdurend gesproken over Scrum binnen het onderwijs. Wat is Scrum nu eigenlijk en hoe wordt het binnen het onderwijs gebruikt? Hieronder een korte beschrijving van Scrum in de klas, zoals we dat vanuit Scrum@school uitdragen.

Daarna volgen de titels van de Engelstalige en Nederlandstalige artikelen en een toelichting op de achtergrond van het onderzoek en de relatie tussen de verschillende artikelen. Tot slot een oproep voor meer onderzoek, waaraan wij graag willen bijdragen.

Omdat Hans Vogelzang onderzoek heeft gedaan binnen het voortgezet onderwijs, schrijven we in deze bundel over leerlingen. Scrum wordt echter ook veel gebruikt in het mbo en hbo, waar studenten ermee werken. De bevindingen van Hans horen we terug uit deze beide onderwijssectoren. Wie werkt in mbo of hbo kan voor 'leerling' dus gerust 'student' lezen.

WAT IS SCRUMMEN?

Scrum is een methode om snel naar een eindproduct of toets toe te werken. Belangrijk daarbij is niet praten, maar doen. Scrummende teams werken op weg naar het eindproduct in korte cycli steeds naar een volgend tussenproduct toe. Kenmerkend voor Scrum zijn: aanpakken volgens een sterke en heldere structuur, leren en verbeteren tijdens het proces, deadline is deadline, werken in kleine teams, veel feedback en snel resultaten boeken.

Binnen Scrum@school werken leerlingen in groepen van vier gezamenlijk naar een eindproduct toe. De leerlingenteams worden samengesteld op basis van aanvullende kwaliteiten, waardoor het leren van en met elkaar gestructureerd wordt.

Binnen een leerlingenteam is één persoon de Scrum Master. Deze werkt gewoon mee in het team en fungeert daarnaast als ceremoniemeester voor alle ceremonies en voor het gebruik van de instrumenten die de Scrum methodiek met zich meebrengt.

De docent in de rol van de Product Owner licht de opdracht toe en vertelt wat de leerdoelen zijn. Dit wordt de Release Planning genoemd. Verder geeft de docent de leerlingenteams het Scrumbord en de Product Backlog, waarin aangegeven wordt welke opdrachten en oefeningen gedaan moeten worden om tot een goed eindresultaat te komen. Ervaren Scrumteams denken hierover zelf steeds meer mee.

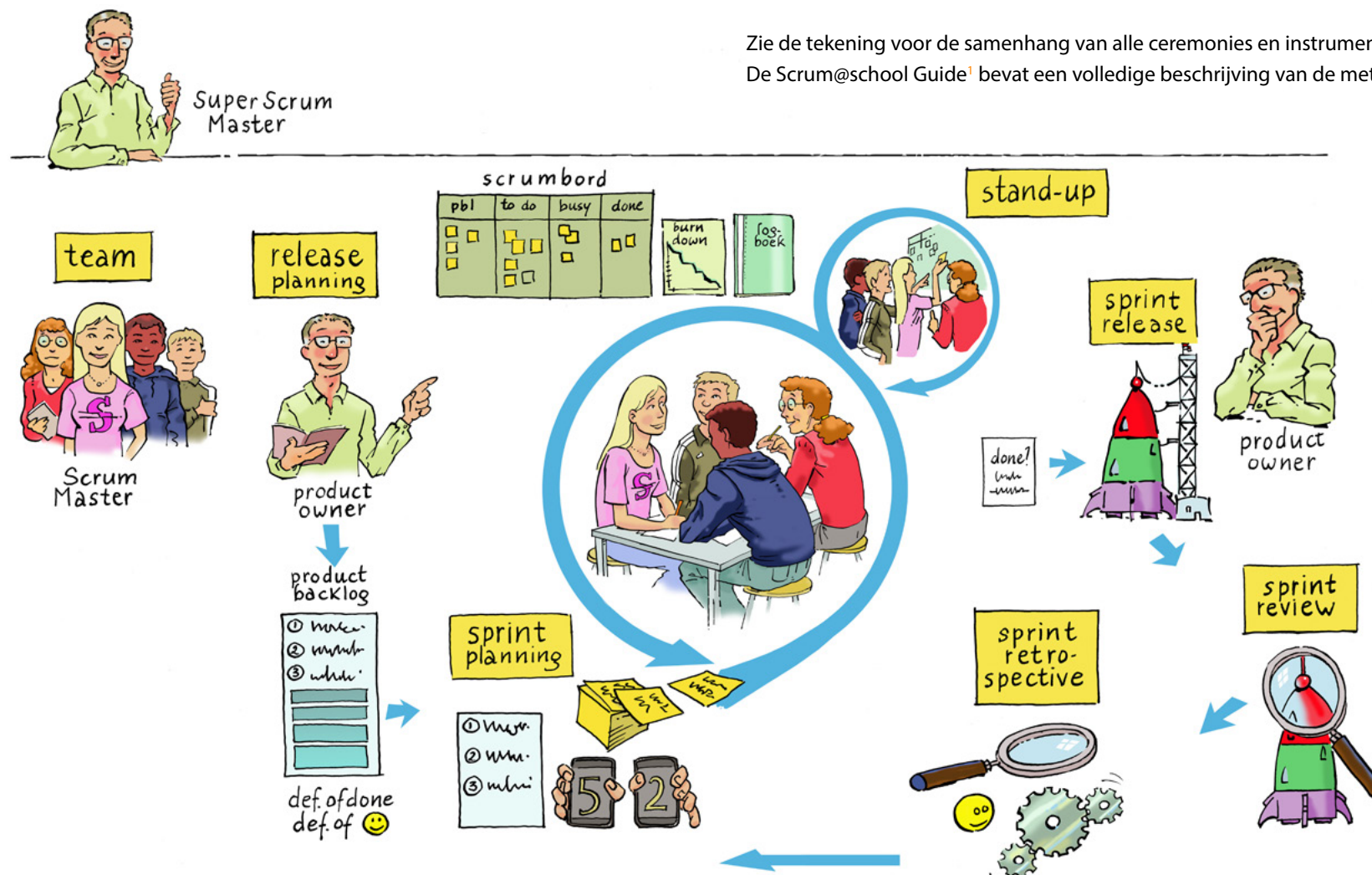
Scrum wordt zowel gebruikt in gesloten lessenseries, die vastliggen in het curriculum, als in open projecten (bijvoorbeeld met een echte opdrachtgever). Een project of lessenserie duurt vaak 4 tot 8 weken (maar kan ook in een week worden afgerond). Het geheel is opgesplitst in korte cycli (vaak periodes van 1 tot 3 weken, de zogenaamde Sprints).

Elke Sprint wordt afgesloten met een oplevering (bijvoorbeeld een formatieve toets of een tussenproduct), een terugblik op de kwaliteit van het geleverde werk en het leerwerk (de Review), en een terugblik op de manier waarop het team heeft samengewerkt en van elkaar geleerd (de Retrospective). In deze Review en Retrospective bespreekt het team systematisch wat goed ging, wat beter zou kunnen en vooral wat er beter moet. Dit laatste wordt meegenomen in de planning van de volgende Sprint.

Daarmee wordt meteen een belangrijk element van Scrum genoemd: de Sprint Planning. Dit doen de leerlingenteams zelf en zelfstandig, waardoor er een groot gevoel van eigenaarschap ontstaat en de teams gemotiveerd aan de

slag gaan. Het is daarmee immers hun eigen leerproces geworden, waarbij de docent steeds aangeeft wát er geleerd en gedaan moet worden en de leerlingen bepalen h e en in welke volgorde ze dit doen.

Zie de tekening voor de samenhang van alle ceremonies en instrumenten. De Scrum@school Guide¹ bevat een volledige beschrijving van de methodiek.



TWEE MAAL VIJF ARTIKELEN

De artikelen die Hans Vogelzang in het kader van zijn promotieonderzoek geschreven heeft zijn:

- 1 Classroom action research on formative assessment in a context-based chemistry course
- 2 Scrum methodology as an effective scaffold in Chemistry Education: How to promote students' learning in context-based secondary education?
- 3 A teacher perspective on Scrum methodology in secondary education.
- 4 Scrum methodology in context-based secondary chemistry classes: effects on student's achievement and their affective and metacognitive outcomes
- 5 Effects of Scrum methodology on student's critical scientific literacy: the case of Green Chemistry

Jan van Rossum heeft in samenwerking met Hans Vogelzang de Nederlandstalige bewerkingen van deze artikelen geschreven, die zijn opgenomen in deze bundel:

- 1 Formatief toetsen draagt bij aan diepgaand leren: Scrum reguleert en structureert formatief toetsen
- 2 Waarom motiveert Scrum leerlingen?
- 3 Wat vraagt Scrum van docenten?
- 4 Betere resultaten met Scrum
- 5 Wetenschappelijke geletterdheid en Scrum: een sterke combinatie

Alle artikelen en bijbehorende filmpjes zijn terug te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek.

ACHTERGROND VAN HET ONDERZOEK

Context-based onderwijs is begin van deze eeuw geïntroduceerd in het Nederlandse voortgezet onderwijs. De Nieuwe Scheikunde, Natuurkunde, Biologie, Wiskunde en het nieuwe vak NLT zijn daar onder andere de resultaten van. Binnen dit onderwijs worden leerlingen uitgedaagd zelfstandig en zelfsturend een contextvraag te beantwoorden aan de hand van relevante concepten. Veel zelfstandigheid is daarvoor vereist. Daarnaast is een belangrijk aspect van dit onderwijs dat leerlingen in groepjes gezamenlijk aan het werk gaan, samen het onderzoek aanpakken en tot een oplossing brengen.

Al gauw bleek dat deze groepjes leerlingen moeizaam samenwerkten omdat de verschillende teamleden vaak een onevenredig deel van het werk leverden. Daarnaast bleek het gezamenlijk plannen, kritisch het eigen leren en de behaalde (experimentele) resultaten beschouwen en daaruit consequenties trekken, voor grote groepen leerlingen onoverkomelijke problemen op te leveren. Kortom er was geen eigenaarschap en het ontbrak vaak aan de benodigde vaardigheden om dit onderwijs succesvol te doorlopen. Er waren zeker leerlingen die deze manier van leren goed konden hanteren, maar grote groepen raakten in verwarring, zagen het nut er niet van in en zochten hun eigen (minimale) weg hierin.

Scrum, zoals hierboven beschreven, zou de leerlingen de benodigde structuur kunnen bieden om zelfstandig en zelf-organiserend te leren. De eerste ervaringen met scrummen in de klas waren heel goed, maar waar lag dat aan? Met deze vraag ging Hans Vogelzang aan de slag in zijn onderzoek.



RELATIE TUSSEN DE VIJF ARTIKELN

In Hans' en onze visie is een van de belangrijkste aspecten om diepgaand en gemotiveerd te gaan leren het reflecteren van leerlingen op hun eigen leerproces. Binnen Scrum wordt daar heel regelmatig, want bij het einde van elke Sprint, zorgvuldig aandacht aan besteed in de vorm van de Review en de Retrospective. Formatief toetsen zou de Review handen en voeten kunnen geven en daarom is het **eerste artikel** gewijd aan de effecten van formatief toetsen binnen Scrum.

Bij zelfstandig en zelf-organiserend leren is de motivatie om te leren een belangrijke succesfactor. Het **tweede artikel** beschrijft een deelonderzoek naar de mate waarin Scrum de motivatie van leerlingen kan stimuleren.

Als je als docent je leerlingen zelfstandig en zelf-organiserend wil laten leren met behulp van Scrum verandert je rol aanzienlijk. Je wordt meer coach en begeleider van de leerlingenteams en minder instructeur op het gebied van de concepten. Daarbij is het van belang dat de leerlingenteams de Scrum methodiek goed hanteren. De leerlingen moeten ingewerkt worden in Scrum en moeten weten hoe ze met de verschillende ceremonies en instrumenten werken. Je krijgt er als docent een taak en een rol bij. Daarnaast is binnen het reguliere onderwijs de (leer)methode niet geschreven om mee te gaan scrummen. Dus gaat ook het lesmateriaal voor een langere periode aangepast worden. Een en ander vraagt veel van de docent op organisatorisch, inhoudelijk, pedagogisch en didactisch vlak. Hoe blijkt dat uit te pakken in de praktijk en wat leren de docenten hiervan? Dat is te lezen in het **derde artikel** van dit onderzoek.

Tegelijkertijd is er in het onderzoek gekeken naar hoe de leerlingen zich Scrum eigen maken en hoe ze met behulp hiervan aan het werken en leren gaan. Wat zijn hun leeropbrengsten op cognitief, maar ook op affectief en meta-cognitief gebied? Het **vierde artikel** gaat hier uitgebreid op in.

Het **vijfde artikel** ten slotte laat zien aan de hand van de module Groene Chemie hoe leerlingen zich ontwikkelen op cognitief gebied. Daarbij is specifiek gekeken naar de wetenschappelijke geletterdheid die leerlingen met behulp van Scrum ontwikkelen tijdens het werken aan deze module.

Het totale onderzoek is daarmee veelzijdig en gericht op de leeropbrengsten van leerlingen en docenten en draagt de inspirerende titel: *Scrum in secondary Chemistry education: a methodology to support teachers and to scaffold students*.

HOE VERDER?

We hopen dat het onderzoek van Hans Vogelzang gevolgd zal worden door veel meer zorgvuldig onderzoek. Onze onderzoeksgroep denkt graag mee over interessante onderzoeksthema's en voor zorgvuldig onderzoek stellen we ons scholennetwerk graag open; mail ons op info@scrumatschool.nl.



1 **Formatief toetsen draagt bij aan diepgaand leren**

Scrum reguleert en structureert formatief toetsen

► **‘Met Scrum werken mijn leerlingen elke Sprint (een periode van twee weken) een deel van de leerstof door. Ik heb voor elke Sprint een digitale formatieve toets klaargezet, zodat ze zelf kunnen checken wat ze al wel en nog niet beheersen. Zo krijgen ze direct feedback en kost het mij verder geen nakijktijd.’** | Docent in het VO

Formatief toetsen staat momenteel erg in de belangstelling op alle niveaus in het Nederlandse onderwijs. Daarbij komen twee vragen steeds naar voren:

- 1 Wat is de meerwaarde van formatief toetsen
- 2 Hoe kun je formatief toetsen goed inbedden in je onderwijs?

In dit artikel proberen we een antwoord te geven op deze beide vragen.

FEEDBACK

‘Met Scrum besteden mijn leerlingen elke twee weken aandacht aan feedback, reflectie en verbetering. Ze krijgen vrij snel door dat feedback hen helpt om beter werk te leveren, dus betere resultaten te halen. Dat zorgt ervoor dat ze feedback waardevol gaan vinden. Sterker nog: ze vragen me nu feedback voordat ze iets opleveren!’ | Docent in het VO

Om formatief te kunnen evalueren, moeten docenten de vijf fasen van de zogenoemde formatieve toets cyclus toepassen.² De vijf fasen zijn:

- 1 Verwachtingen verhelderen
- 2 Leerling reactie(s) ontlokken
- 3 Leerling reactie(s) analyseren en interpreteren
- 4 Communiceren over resultaten met leerlingen
- 5 Vervolgacties ondernemen voor onderwijs en leren

Docenten zetten niet alle vijf fasen evenveel en in samenhang in, blijkt uit een literatuurstudie van de Universiteit Wageningen en de Hogeschool Utrecht.

De onderzochte literatuur betrof alle vormen van onderwijs, van primair tot hoger onderwijs. Docenten analyseren en interpreteren (fase 3) niet doelbewust. Ook communiceren docenten weinig met leerlingen over de resultaten (fase 4). Terwijl feedback geven vaak wordt gezien als de kern van formatief toetsen. Bovendien is formatief toetsen meer dan feedback geven. Als feedback niet doelgericht is en niet gebaseerd op analyse, heeft het weinig zin. Feedback geven staat vaak op zichzelf. Maar door deze juist in de toets cyclus te plaatsen, maak je feedback sterker.

En fase 5 blijkt voor docenten lastig. Het idee is dat docenten aan de hand van de resultaten kijken of ze het goede hebben aangeboden, of dat ze het misschien anders moeten doen. Maar docenten weten niet altijd goed hoe didactische vervolgacties te kiezen en vorm te geven.

FORMATIEF TOETSEN BINNEN SCRUM

Binnen Scrum worden leerlingen uitgedaagd elke twee weken te laten zien of ze de te leren lesstof ook echt en diepgaand beheersen. Deze twee weken wordt een Sprint genoemd en elke Sprint wordt afgerond met een oplevering (de Release). Naar aanleiding van deze Release geeft de docent inhoudelijk feedback aan de teams, of zorgt de docent ervoor dat teams elkaar inhoudelijk feedback geven (peer-feedback). Naar aanleiding van deze feedback gaan de leerlingenteams terugkijken naar de kwaliteit van hun product (Review) en daarna naar de kwaliteit van hun samenwerken (Retrospective).

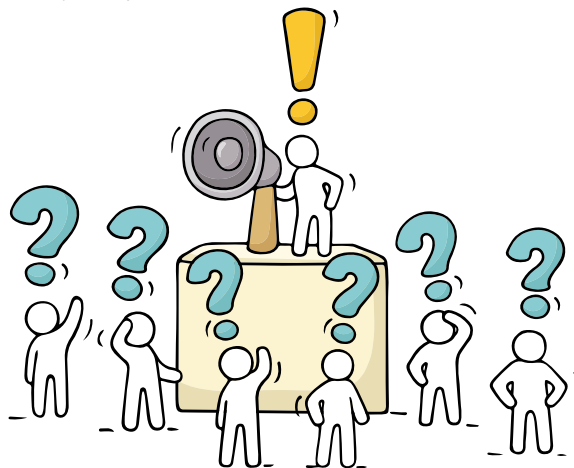
‘Peerfeedback werkt goed, het valt me op dat leerlingen erg benieuwd zijn naar elkaars feedback. Als docent moet ik hen wel leren om feedback van goede kwaliteit te geven. Met duidelijke kwaliteitscriteria maak ik dat een stuk simpeler. In Scrum termen: een goede Definition of Done doet wonderen!’ | Docent in het VO



De formatieve toetsen als onderdeel van de Release, en daaropvolgend de direct gegeven inhoudelijke feedback zorgen ervoor dat leerlingen inzicht krijgen in de voortgang en de diepgang van hun leren en zij kunnen daar waar nodig de concepten die zij nog niet goed begrijpen in de volgende Sprint 'repareren'. Daarnaast kan deze manier van toetsen een start zijn voor voortgangstoetsing, waarbij leerlingen systematisch feedback krijgen op de voortgang van hun begrip van de vereiste concepten binnen het betreffende vak. Elke twee weken zorgt het formatief toetsen op deze wijze voor echt diepgaand leren van leerlingen en is structureel ingebed in het reguliere onderwijs. Scrum zorgt als het ware voor de didactische steigers rondom formatief toetsen.

ONDERZOEK AAN FORMATIEF TOETSEN

Wetenschappelijk onderzoek naar het effect van formatief toetsen op leeropbrengsten laat zien dat leerlingen inderdaad profiteren van het gebruik van formatieve toetsen. Hierna een voorbeeld uit het Scheikunde onderwijs (Vogelzang & Admiraal, 2017).



ONDERZOEKSOPZET

Het onderzoek heeft plaats gevonden binnen context-based Scheikunde lessen van 3 vwo op het Greijdanus College in Zwolle. De twee groepen 3 vwo leerlingen (3A en 3B) werden beiden onderworpen aan een pre-test en een post-test rond twee verschillende onderwerpen binnen het Scheikunde curriculum.

Bij het eerste onderwerp bestudeerde 3A de leerstof zonder gestructureerde formatieve toetsing en 3B met een gestructureerde formatieve toetsing. Bij het tweede onderwerp ging dat precies andersom. Deze gestructureerde formatieve toetsing behelsde niet alleen de toetsing zelf, maar vooral het feit dat de leerlingen sterk werden gestimuleerd elkaar feedback te geven. Bovendien werd door de docent direct na de toetsing inhoudelijke feedback gegeven, meestal aan leerlingenteams bestaande uit 4 leerlingen, maar ook indien noodzakelijk aan individuele leerlingen. Daarnaast was deze feedback gericht zowel op het begrip van de leerstof, als ook op de door de leerlingen gehanteerde leerstrategieën.

'Leerlingen moesten wel wennen aan feedback die bedoeld is om te verbeteren. De eerste keer schrokken ze erg van al onze goedbedoelde opmerkingen. Nu doen we dat in de vorm van feed-up (wat is je doel), feedback (waar sta je al) en feed-forward (specifieke tips). Bij de tips maken we onderscheid in wat moet je nog verbeteren en wat kun je nog verbeteren). Dat heeft hun paniek weggenomen, op deze manier vinden ze het bemoedigend.' | Docent in het VO

RESULTATEN

De resultaten van de pre-testen waren bij beide groepen vergelijkbaar. De resultaten van de post-testen waren significant verschillend ten gunste van de groepen die wel een gestructureerde formatieve toetsing hadden ondergaan.

1 Formatief toetsen draagt bij aan diepgaand leren



Uit het onderzoek blijkt dat formatief toetsen leerlingen informatie geeft ten aanzien van hun vorderingen, maar ook hun zelfevaluatie stimuleert en hen feedback geeft ten aanzien van hoe goed zij de leerstof begrijpen, en hoe zij hun begrip van de leerstof kunnen verbeteren. Formatief toetsen heeft dus een duidelijke meerwaarde voor zowel de leerlingen als de docenten.

CONCLUSIES

- 1 Formatief toetsen in context-based onderwijs speelt een sleutelrol in het diepgaand leren van leerlingen.
- 2 Het experimenteren met formatief toetsen verrijkt het repertoire van docenten en ondersteunt de professionele ontwikkeling van de docent in kwestie.
- 3 Formatief toetsen geeft de docent een beter inzicht in het leren van leerlingen, en misconcepten worden sneller ontdekt. De gegeven feedback richt zich daarbij niet alleen op de inhoud van het leerproces, maar ook op didactische en pedagogische behoeften van leerlingen.
- 4 Het experimenteren met formatief toetsen genereerde binnen de school in kwestie stevige discussies met betrekking tot toetsing van leerstof, en resulteerde uiteindelijk in verbeterde formatieve toetsen.

BRUIKBAARHEID?

Formatief toetsen is niet alleen bij het schoolvak Scheikunde bruikbaar, maar bij alle schoolvakken, projecten en modulair onderwijs op alle niveaus.



- Zie ook: Johannes Vogelzang & Wilfried F. Admiraal (2017). *Classroom action research on formative assessment in a context-based chemistry course*. Educational Action Research
- Artikel en bijbehorend filmpje zijn te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek





Waarom motiveert Scrum leerlingen? 2

► **Veel leerlingen leren op school omdat het moet. Echter, wanneer leerlingen leren omdat zij zelf graag willen, leren zij diepgaander en zullen zij ook bij een volgende taak gemotiveerder uit zichzelf aan de slag gaan. Door het bieden van autonomie, structuur en met een leergerichte aanpak kunnen docenten eraan bijdragen dat 'leren omdat ik moet' omgezet wordt in 'leren omdat ik dat wil'. Scrum blijkt dit sterk te bevorderen.**

De Onderwijsinspectie heeft in 2014 geconstateerd dat de motivatie van Nederlandse leerlingen relatief laag is in vergelijking met leerlingen uit andere landen (Onderwijsinspectie, 2014). Recente overzichtsstudies laten zien dat leerlingen profiteren van autonomie-ondersteuning, structuur en een leergerichte aanpak (Van der Veen et al., 2014). Daarnaast onderscheiden Deci & Ryan (ZDT, 2008) in hun zelfdeterminatie theorie gecontroleerde motivatie en autonome motivatie. Autonome motivatie zorgt voor diepgaander leren, meer inzet, welbevinden en betere leeruitkomsten. Door structuur te bieden in de vorm van duidelijke verwachtingen en inhoudelijke ondersteuning, weten leerlingen wat er van hen wordt verwacht. Hierdoor voelen leerlingen zich competent en dit is een voorwaarde voor de autonome motivatie van leerlingen. Autonomie-ondersteunend lesgeven betekent dat docenten leerlingen stimuleren om deel te nemen aan het leren vanuit autonome redenen, bijvoorbeeld door leerlingen inspraak en keuzes te bieden.³ Als leerlingen gaan scrummen, blijkt dat deze autonome motivatie bij leerlingen en studenten sterk wordt gestimuleerd.

HOE MOTIVEERT SCRUM LEERLINGEN?

Hans Vogelzang, docentonderzoeker van het Greijdanus College te Zwolle, heeft in zijn promotieonderzoek naar de leeropbrengsten van Scrum in het onderwijs onderzocht hoe leerlingen gemotiveerd worden door Scrum. Daartoe heeft hij de volgende onderzoeksopzet gehanteerd:

Een groep van 12 docenten is gedurende twee jaar getraind in de Scrum methodiek van Scrum@school. Gedurende deze twee jaren zijn de docenten in hun eigen lessen gaan scrummen in de eindexamenklassen binnen het vak Scheikunde. Het onderzoek richtte zich op de voor leerlingen motiverende aspecten van de Scrum methodiek.⁴ Deze groep van 12 docenten is vergeleken met een controlegroep bestaande uit 13 docenten, die hetzelfde programma gevolgd hebben, maar niet zijn gaan scrummen met hun leerlingen.

SCRUM BINNEN DE LEER- EN MOTIVATIETHEORIEËN

In de wetenschappelijk leer- en motivatietheorieën worden zes belangrijke factoren onderscheiden.

1 De grote waarde van de leertaak verduidelijken

De introductie van de leertaak met de uitgewerkte doelen door de docent is belangrijk in de motivering van de leerling om te leren. Bij Scrum vindt dit plaats aan het begin van de lessenserie, waarbij de docent aangeeft wat de eindopleving is en wat elke twee weken als tussenproduct op weg naar het eindproduct opgeleverd dient te worden.

2 Het promoten van de belangrijke doelen in de onderwijsmethodiek

met een aantal positieve uitkomsten zoals willen doorzetten, diep willen leren en intrinsieke motivatie aanboren. Deze worden bevorderd door effectieve en op het juiste moment gegeven feedback, door een goede samenwerking te bevorderen en korte termijn doelen te stellen en te realiseren. Binnen Scrum wordt dit gerealiseerd door de directe feedback van de docent of door peer-feedback op de tussenproducten.

Daarna gaan de leerlingen aan de hand van deze feedback systematisch terugkijken naar de kwaliteit van het geleverde product, maar ook naar de kwaliteit van de samenwerking binnen het team.

2 Waarom motiveert Scrum leerlingen?

3 Het bevorderen van de samenhang in het leren

Teamleden die vanuit een 'samen gevoel' aan een leertaak werken worden meer en beter gemotiveerd om te leren. Er zijn drie manieren om dit gevoel te bevorderen: gezamenlijke leerdoelen formuleren als team, gezamenlijke sociale doelen formuleren, en samen met de docent teamdoelen formuleren. Hierdoor ontstaat binnen een team een gevoel van wederzijdse afhankelijkheid wat stimuleert tot een grotere inspanning en betere resultaten. Op zijn beurt realiseert dit een persoonlijke verantwoordelijkheid en inspanning voor het leerproces van het gehele team. Een en ander gebeurt binnen Scrum door als leerlingenteam de uit te voeren activiteiten zelf te formuleren en te plannen.

4 Het bevorderen van de emotionele regulering tijdens het leerproces

Belangrijk hierbij zijn de beheersbaarheid van en het overzicht over de uit te voeren taken, en het waarderen van succes, maar ook het leren van gemaakte fouten. Ook docenten kunnen hieraan bijdragen door stimulerend gedrag te vertonen, fouten uit te leggen als een stap in de goede richting mits ervan geleerd wordt en alternatieve methodes aan te reiken hoe om te gaan met gevoelens van frustratie ten gevolge van (nog) niet gehaalde doelen. In de reflectiecyclus binnen Scrum formuleert het team, naar aanleiding van de feedback van de docent op het opgeleverde tussenproduct: wat hebben we goed gedaan, wat zou beter kunnen en welke van deze verbeterpunten gaan we ook echt realiseren in de komende twee weken. En deze verbeterpunten worden als eerste in de planning van de twee volgende weken meegenomen.

5 Het promoten van succesverwachtingen

Dit wordt gestimuleerd door leertaken die niet te makkelijk zijn, maar ook niet te moeilijk. Ook een positieve houding, zowel van de docent en van de leerling ten opzichte van de te leren en te bereiken sociale doelen is hierbij van belang. Het halen van deze doelen en het er op terugkijken blijkt extra motiverend

te zijn doordat zij het vertrouwen bij de leerlingen verhogen, waardoor zij succesverwachtingen opbouwen voor gelijksoortige en opvolgende leertaken. Ook hier blijkt de reflectiecyclus elke twee weken heel belangrijk.

6 Het promoten van autonomie

Hoewel leerlingen meestal niet zelf kunnen en mogen bepalen wat ze leren, kan het zelfstandig bepalen hoe ze de leerdoelen gaan halen het gevoel van autonomie en eigenaarschap sterk ontwikkelen. Bij Scrum wordt dit eigenaarschap gerealiseerd doordat leerlingen zelfstandig hun werk plannen en op basis van de feedback tijdens de reflectiecyclus bevestigd worden in de zelfregulatie van hun leerproces.

Uit het vergelijkend literatuur- en praktijkonderzoek van Hans Vogelzang blijkt, zoals hierboven beschreven, dat Scrum op al deze zes factoren goed tot uitermate goed scoort.





ERVARINGEN VAN DOCENTEN

Scrum zorgt voor motivatie, eigenaarschap en verantwoordelijkheid bij leerlingen. Zie hieronder enkele uitspraken van docenten die met hun klassen aan het scrummen zijn.

'De leerlingen komen binnen, hangen hun scrumbord op, doen de Stand-up en na drie minuten zijn ze aan het werk! Onvoorstelbaar!'

'De leerlingenteams zijn aan het werk, de teamleden helpen elkaar, overhoren elkaar en leveren hun werk op tijd in. En de resultaten zijn beter dan zonder scrummen.'

'De reflectiecyclus na elke Sprint leert leerlingen niet alleen systematisch terug te kijken naar de kwaliteit van het product en het samenwerkingsproces, maar ook hoe zij zichzelf en hun team kunnen verbeteren.'

SAMENVATTING

Op grond van dit literatuuronderzoek kan gesteld worden dat Scrum op de eerste plaats bij het begin van de lessenserie de docent en de leerlingen dwingt de leerdoelen te verhelderen, waardoor een goed overzicht verkregen wordt op de opdracht en de te hanteren methodiek.

Op de tweede plaats wordt door de regelmatig terugkerende reflectiecyclus op het einde van een Sprint duidelijk welke concepten heel belangrijk zijn, waardoor onzekerheid over wat precies geleerd moet worden verminderd wordt. Dit vereist echter dat de lessenseries aangepast worden aan de Scrum methodiek met zorgvuldig uitgekozen opdrachten, taken en adequate formatieve toetsen.

Op de derde plaats faciliteren de Scrum ceremonies en instrumenten de samenwerking en de zelfregulatie van de studenten. De systematische en expliciete aandacht voor deze hogere orde vaardigheden bereidt leerlingen goed voor op hun toekomstige leven.

Tot slot concluderen Hans Vogelzang e.a. op grond van dit onderzoek dat Scrum op een bijzondere wijze leerlingen motiveert om verantwoordelijkheid te nemen voor hun eigen leerproces. Daarmee worden zij eigenaar van hun leren.



- Zie ook: Johannes Vogelzang, Wilfried F. Admiraal, Jan H. van Driel (2019). *Scrum Methodology as an Effective Scaffold to Promote Students' Learning and Motivation in Context-based Secondary Chemistry Education*; EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education
- Artikel en bijbehorend filmpje zijn te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek



3 Wat vraagt Scrum van docenten?

► Bijna tweeduizend docenten uit het po, vo, mbo en hbo zijn de afgelopen vijf en een half jaar door Scrum@school getraind om leerlingen en studenten in de lessen te laten scrummen. Daarbij is het opvallend dat Scrum leeropbrengsten bij leerlingen vergroot: docenten zien dat leerlingen harder werken en meer overzicht hebben over wat ze moeten leren. Scrum biedt hen structuur om zelf organiserend aan het werk te gaan. Leerlingen scoren in het algemeen beter. Waar ligt dat aan?

ONDERZOEK NAAR DE ROL VAN DE DOCENT

Docenten spelen een belangrijke rol bij onderwijskundige veranderingen. Dat geldt ook voor de implementatie van Scrum. Interessant is na te gaan wat kenmerken zijn van docenten die Scrum@school succesvol in hun klassen inzetten. Hans Vogelzang onderzocht wat hierbij de rol is van de vakinhoudelijke, didactische en pedagogische expertise van de docent (Vogelzang, Admiraal, & Van Driel, 2020). In het onderzoek is bovendien specifiek gekeken naar factoren die de implementatie van Scrum bevorderen of belemmeren. Daarvoor is een groep van twaalf ervaren docenten getraind en gevolgd in het gebruik van Scrum bij het schoolvak Scheikunde in de bovenbouw havo/vwo. Deze training behelsde twee cycli van 6 dagdelen verspreid over twee jaar, waarin docenten geleerd hebben te scrummen, hun onderwijs 'Scrum klaar' gemaakt hebben en intensief ervaringen uitgewisseld hebben. Parallel aan deze groep docenten is ook een controlegroep van twaalf docenten gevolgd die hetzelfde programma in hun klassen uitgevoerd hebben, maar niet met hun leerlingen hebben gescrumd.

RESULTATEN

Op basis van interviews en een uitgebreide enquête zijn de deelnemende docenten opgedeeld in twee groepen. De eerste groep bestond uit 'top-docenten': zij implementeerden Scrum@school vrij gemakkelijk.

De tweede groep bestond uit 'groei-docenten'. Deze docenten hadden wat meer moeite om Scrum@school in te voeren.

De vakinhoudelijke expertise van 'top-docenten' en 'groei-docenten' is vergelijkbaar. Bij inzoomen op de didactische en pedagogische expertise van docenten worden de verschillen zichtbaar.

De 'top-docenten' blijken bij uitstek in staat om binnen de methode scrum een goed leerklimaat te realiseren in hun Scheikundelessen: *'Mijn leerlingen zijn enthousiast, zijn meer betrokken, voelen zich zeer verantwoordelijk voor hun eigen leerproces en dat van hun team.'*

Zij monitoren de leervorderingen van leerlingen voortdurend, hebben organisatorisch hun zaakjes voor elkaar en zij geven aan de leerlingen op het geëigende moment begeleiding en ondersteuning:

'Mijn leerlingen werkten bijzonder zelfstandig, wat mij de gelegenheid bood om specifieke vakinhoudelijke vragen te beantwoorden, dan wel hun leerstrategieën en hun planning te bespreken.'

Zij ontwikkelen passende (formatieve) toetsen die de leerlingen gebruiken om na te gaan of ze de theorie hebben begrepen: *'De formatieve toetsen op het einde van elke Sprint werken zeer goed. Mijn leerlingen, maar ook ikzelf krijgen direct door wat wel en wat niet begrepen is.'*

Kortom: de 'top-docenten' hebben hun materialen en organisatie helemaal op orde en zij stemmen hun lesgeven voortdurend af op vakinhoudelijke, pedagogische en didactische behoeften van de leerlingen: *'De leerlingen geven mij feedback op mijn aanpak en ik probeer ze daarin tegemoet te komen.'* *'Als docent moet je reflectief en open-minded zijn, en de moed hebben om het implementatieproces in al zijn consequenties met je leerlingen te bespreken en waar nodig aan te passen.'*



Uitspraken van 'groe-docenten' zijn:

'Ik volgde niet alle ceremonies van Scrum, waardoor het effect minder was.

De leerlingen zagen er daardoor niet het nut van in en gingen in de contramine.'

'De implementatie van Scrum@school vergt veel organisatorische vaardigheden, maar ook een breed repertoire aan werkvormen, dat ik helaas te weinig bezit.'

'Ik zal mijn manier van leren moeten veranderen in een meer actieve stijl om voortdurend goed te kunnen anticiperen op de specifieke behoeften van leerlingen en leerlingenteams; vakinhoudelijk, maar ook pedagogisch en didactisch.'

IMPLEMENTATIE VAN SCRUM@SCHOOL

Uit het onderzoek komt naar voren dat het gebruik van Scrum@school veel vraagt van docenten, vanwege de complexiteit van de gehanteerde methodiek. Opvallend is dat alle deelnemende docenten melden dat de voordelen groter zijn dan het nadeel van de complexiteit. Scrum verschaft instrumenten die de cognitieve en metacognitieve ontwikkeling van leerlingen bevorderen, Scrum maakt het leerproces van de leerlingen zichtbaar, Scrum stimuleert het geven van feedback en Scrum creëert een 'samen'-gevoel tussen leerlingen en docent.

Een lesklimaat, waarbij het 'samen' gevoel ontstaat en gestimuleerd wordt, bevordert de implementatie van Scrum@school. In vergelijking met andere onderwijsmethodieken is bij scrum de didactische expertise van de docent uiterst cruciaal. Zij of hij maakt duidelijk dat de scrum ceremonies het leren bevorderen, en hoe ze de leerresultaten kunnen verhogen. Daarnaast is ook de pedagogische expertise van belang: met name het contact kunnen maken met de leerlingen, hun feedback en zorgen serieus nemen en de Scrum-methodiek afstemmen op de specifieke behoeften van de leerlingen.

Organisatietalent, feedback vragen aan je leerlingen en er iets mee doen, een positief klassenklimaat creëren, alle materialen, bronnen en formatieve toetsen op het juiste moment klaar hebben en op het juiste moment inspelen op de behoeften van de leerlingen met gerichte feedback zijn andere belangrijke voorwaarden bij de implementatie van Scrum@school.

CONCLUSIE

Effectief lesgeven met Scrum@school wordt bevorderd door een zeer breed organisatorisch, didactisch en pedagogisch repertoire van de docenten. Scrum@school op zijn beurt biedt een raamwerk voor het beter leren en onderwijzen waar leerlingen en docenten veel baat bij kunnen hebben. Kortom: Scrum@school stimuleert op alle fronten de ontwikkeling van leerlingen én de professionele ontwikkeling van docenten.



- Zie ook: Johannes Vogelzang, Wilfried F. Admiraal en Jan H. van Driel (2020). *A teacher perspective on Scrum methodology in secondary chemistry education*; Chemistry Education Research and Practice
- Artikel en bijbehorend filmpje zijn te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek



4 Betere leeropbrengsten met Scrum

► Context-concept onderwijs is binnen het voortgezet onderwijs ontwikkeld om tegemoet te komen aan een aantal uitdagingen waar het onderwijs in de 21e eeuw voor staat. Curricula worden door leerlingen als gefragmenteerd ervaren, niet aansluitend bij actuele maatschappelijke thema's en irrelevant voor hun eigen leven. Context-concept onderwijs is gericht op onderzoek van reële maatschappelijke thema's met behulp van relevante concepten en daarbovenop gericht op het redeneren en conclusies trekken op grond van deze concepten. Dit alles resulterend in een mogelijk handelingsperspectief rond de betreffende contextvraag. Uit onderzoek blijkt dat context-concept onderwijs motiveert, maar ook verwart en soms onduidelijk is. Niet alleen wordt er veel gevraagd van de cognitie, maar ook van affectieve en meta-cognitieve vaardigheden.

Om leerlingen handvatten te geven in dit leerproces zijn verschillende methodieken ontwikkeld zoals onder andere projectonderwijs, probleemgestuurd onderwijs en samenwerkend leren. Dit artikel beschrijft dat Scrum leerlingen een goede tot zeer goede ondersteuning biedt op cognitief, affectief en meta-cognitief gebied.

ONDERZOEK

In het kader van zijn promotieonderzoek naar de leeropbrengsten van Scrum heeft Hans Vogelzang (docent Scheikunde aan het Greijdanus College Zwolle) zich ook specifiek gericht op de cognitieve, affectieve en metacognitieve leeropbrengsten bij leerlingen binnen het vak Scheikunde⁵. Dit onderzoek vond plaats aan de hand van de module Groene Chemie in 5 havo onder 6 Scheikunde docenten. Daarnaast was er een controlegroep van 6 docenten. Alle docenten hadden meer dan 10 jaar ervaring in het Voortgezet Onderwijs. De controlegroep gebruikte bij de bestudering van de module geen specifieke methodiek, terwijl de onderzoeksgroep de Scrum methodiek in al zijn aspecten gebruikte.

Alle leerlingen uit de onderzoeks- en controlegroep

- maakten een pre-test over hun Groene-Chemische kennis
- voerden in teams van 4 de context-based module Groene Chemie uit
- pasten de principes van Groene Chemie toe op twee verschillende synthese-routes van adipinezuur en beantwoordden daarover 40 vragen (post-test)
- leverden een schriftelijk advies op over de groenste synthese van adipinezuur

Omdat uit eerdere onderzoeken gebleken is dat de rol van de docent grote invloed heeft op de resultaten van het onderzoek zijn de docenten van de onderzoeksgroep op grond van een uitgebreide mondelinge en schriftelijke bevraging verdeeld in top-docenten en groeidocenten. Topdocenten zijn op vele vlakken excellent, vakinhoudelijk maar ook pedagogisch en didactisch. Topdocenten rapporteerden tijdens het onderzoek geen implementatieproblemen met de Scrum methodiek. Groeidocenten rapporteerden enerzijds organisatorische problemen en anderzijds weerstanden bij leerlingen tijdens de implementatie van Scrum in hun lessen.⁶

De onderzoeksvragen waren:

- 1 Wat is het effect van het gebruik van de Scrum-methodiek op de cognitieve leeropbrengsten van leerlingen?
- 2 Wat is het effect van het gebruik van Scrum in de lessen op de perceptie van leerlingen ten aanzien van affectieve en meta-cognitieve aspecten van hun leren?



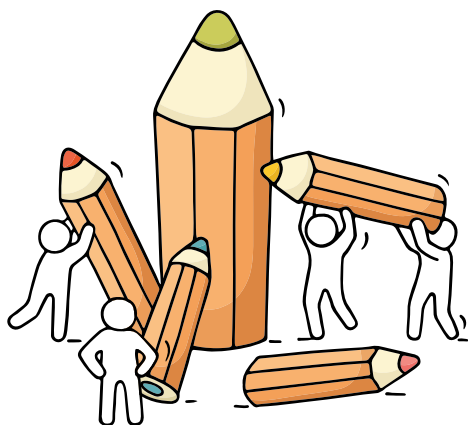
RESULTATEN

Begrip van Scheikundeconcepten

De pre-test laat zien dat onderzoeksgroep en controlegroep vergelijkbare voorkennis hebben. Leerlingen die Scrum gebruikten, ontwikkelden een (veel) beter begrip van de Groene Chemie-concepten dan leerlingen van de controlegroep. Dit geldt in meerdere mate voor de leerlingen van de topdocenten dan van de groeidocenten.

Affectieve en metacognitieve aspecten van het leren

Zowel de pre-test als de post-test laten zien dat de scores bij de topdocenten (iets) hoger zijn dan respectievelijk de groeidocenten en de controlegroep.



		TOPDOCENTEN	GROEIDOCENTEN	CONTROLEGROEP
		N = 109	N = 109	N = 102
Concepten	Pretest	25,73	25,45	25,19
	Posttest	72,04	64,86	55,07

Resultaten van de pre- en post-testen (maximum 100 punten)

		TOPDOCENTEN	GROEIDOCENTEN	CONTROLEGROEP
Zelfeffectiviteit	Pretest	3,95	3,51	3,57
	Posttest	3,86	3,74	3,58
Zelfregulering	Pretest	3,43	3,30	3,13
	Posttest	3,55	3,24	3,17
Klassenklimaat	Pretest	3,85	3,17	3,22
	Posttest	3,92	3,31	3,24
Persoonlijke ontwikkeling	Pretest	3,32	2,82	2,91
	Posttest	3,42	2,87	2,93
Houding t.o.v. het vak	Pretest	3,64	3,06	3,11
	Posttest	3,58	3,18	2,98
Samenwerking	Pretest	3,28	3,60	3,41
	Posttest	3,80	3,66	3,44

Vergelijking van de pre- en post-test scores van zes affectieve en metacognitieve componenten van het leren van leerlingen in de onderzoeks- en in de controlegroep, uitgesplitst naar top-docenten, groeidocenten en controlegroep.

CONCLUSIES

De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- 1 De onderzoeksvraag of Scrum een positief effect heeft op de cognitieve leeropbrengsten van leerlingen kan positief beantwoord worden. In meer (bij de topdocenten) of in mindere (bij de groeidocenten) mate zijn de resultaten beter dan die van de controlegroep.
- 2 De tweede onderzoeksvraag of Scrum de perceptie van leerlingen ten aanzien van de affectieve en meta-cognitieve aspecten van hun leren stimuleert kan genuanceerd positief beantwoord worden.
- 3 De groeidocenten verschilden over het algemeen niet zoveel met de controlegroep. Uitzonderingen in positieve zin daarop zijn de aspecten houding ten aanzien van het vak en de samenwerking. Op deze aspecten scoorden de leerlingen van de groeidocenten beter dan de controlegroep, maar minder dan de leerlingen van de topdocenten. Opvallend daarbij is de relatief lage score bij de pre-test van de leerlingen van de topdocenten bij het aspect samenwerking. Een verklaring zou kunnen zijn dat veel van deze leerlingen ook al goed leerden bij deze topdocenten zonder het gebruik van samenwerkingsmethodieken, zoals Scrum.
- 4 De topdocenten waren in staat een goed klassenklimaat te realiseren, waarbij de leerlingen zich comfortabel voelden, goed samenwerkten, deelnamen aan discussies, reflecteerden op hun leren en hun vaardigheden ontwikkelden. Ook de andere aspecten lieten een groot effect zien. De leerlingen van deze docenten hadden blijkbaar het meeste profijt van de Scrum-methodiek.

Kortom: Scrum structureert het leren van leerlingen op cognitief gebied en in iets mindere mate op affectief en meta-cognitief gebied.

- Zie ook: Johannes Vogelzang, Wilfried F. Admiraal, Jan H. van Driel. *Scrum methodology in context-based secondary chemistry classes: Effects on student's achievement and their affective and metacognitive outcomes* zal verschijnen in *Instructional Science* (geaccepteerd September 2020)
- Artikel en bijbehorend filmpje zijn te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek





Wetenschappelijke geletterdheid en Scrum

Een sterke combinatie

5

► Een belangrijk doel van de natuurwetenschappelijke vakken in het VO is het bevorderen van de wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen. Dit is van het grootste belang omdat de samenleving geconfronteerd wordt met steeds complexere wereldwijde uitdagingen, die voelbaar zijn in het persoonlijk leven van jongeren. Om onderliggende concepten te begrijpen, moeten leerlingen substantiële wetenschappelijke kennis verwerven en kritisch leren omgaan met complexe dilemma's. Zo ontwikkelen zij de vaardigheden voor wetenschappelijk geletterd burgerschap.

Voor het onderwijs betekent dit de uitdagende vraag hoe leerlingen op te leiden tot kritische, wetenschappelijk geletterde burgers. Er is behoefte aan onderwijsstrategieën die hieraan bijdragen. Dit artikel bespreekt een promotieonderzoek van Hans Vogelzang (docent Scheikunde) naar de bijdrage van Scrum aan de wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen.

SCIENTIFIC LITERACY

De term 'wetenschappelijke geletterdheid' wordt in de educatieve literatuur veel gebruikt en omvat het vermogen om wetenschappelijke kennis te begrijpen, te gebruiken en toe te passen | het vermogen om actuele real-world vragen te herkennen | de vaardigheid om evidence-based conclusies te trekken en goed onderbouwde beslissingen te genereren die nodig zijn voor deelname aan democratische samenlevingen.

In de uitwerking ervan zijn verschillende opvattingen zichtbaar.

Visie I – inhoud

Het onderwijs richt zich op wetenschappelijke theorieën, de onderliggende concepten en de wetenschappelijke methode. Contexten worden gebruikt om concepten te illustreren.

Visie II – contexten

Het onderwijs start vanuit een betekenisvolle, realistische context en besteedt bijzondere aandacht aan maatschappelijke aspecten. Leerlingen worden uitgedaagd om echte problemen te herkennen en op te lossen. Ze werken samen met klasgenoten, leren van elkaar en krijgen frequent feedback om hun leerproces te verbeteren. Verder worden ze gestimuleerd om wetenschappelijke kennis en concepten en verworven competenties over te brengen naar nieuwe contexten. Zo oefenen ze met onafhankelijk wetenschappelijk geletterd burgerschap. Kenmerken van deze visie zijn terug te vinden in probleemgestuurd - en projectmatig leren en contextgerichte benaderingen als Nieuwe Scheikunde.

Visie III – waarden

Deze visie is een verder uitgewerkte vorm van Visie II en benadrukt dat leerlingen een kritisch-reflectieve houding moeten ontwikkelen ten opzichte van de context en concepten. Visie III voegt waarden toe aan Visie II en is bedoeld om rekening te leren houden met de complexiteit van het leven, de samenleving en hun onderlinge interacties.

KEUZE VOOR ONDERZOEK AAN MODULE GROENE CHEMIE

De selectie van een geschikte context of opdracht is een cruciale eerste stap om de kritische wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen te verbeteren. Een geschikte context voldoet aan de volgende criteria: (1) een real-life vraag; (2) die leerlingen als relevant ervaren; (3) die discussie oproept bij leerlingen; en bij voorkeur (4) onderwerp is van discussie in de samenleving. Een actueel vraagstuk, bijvoorbeeld afkomstig uit het veld van de groene chemie, is van nature veelzijdig: conceptuele, contextuele en maatschappelijke aspecten zijn sterk met elkaar verweven. Dergelijke contexten dwingen leerlingen na te denken en dagen hen uit om oplossingen voor te stellen op basis van waarden en wetenschappelijke gegevens.

Groene Chemie houdt rekening met de effecten van chemicaliën op mens en planeet en richt zich op duurzaamheid. Doel is het gebruik en de productie van stoffen die schadelijk zijn voor ecosystemen te verminderen of te beëindigen door alternatieve processen voor de synthese van chemicaliën te onderzoeken. Groen-chemisch onderwijs wil (1) informatie geven over manieren om chemische reacties milieuvriendelijker te ontwerpen; (2) de kennis van leerlingen over onderliggende scheikundige concepten verdiepen; en (3) leerlingen hun wetenschappelijke geletterdheid laten ontwikkelen. De module Groene Chemie voldoet aan de criteria van Visie II en biedt ingrediënten die kunnen bijdragen aan Visie III-onderwijs waarin leerlingen vaardigheden verwerven voor verantwoordelijk burgerschap.

Om de complexiteit van een vraagstuk uit de Groene Chemie aan te pakken, moeten leerlingen zowel cognitieve als metacognitieve vaardigheden inzetten. In dergelijke complexe leeromgevingen kunnen leerlingen moeilijkheden ervaren bij het verbinden van context, concepten en sociale aspecten, wat hun leren zou kunnen vertragen. Didactische steigers helpen leerlingen

bij het beheren en volgen van hun leerproces, ondersteunen wederzijdse samenwerking en stimuleren kritische reflectie. De onderwijsbewerking van Scrum is een onderwijsstrategie die zorgt voor krachtige 'scaffolding' van het leren. De complexe leeromgeving van de module Groene Chemie zou daarom baat zou kunnen hebben bij de implementatie van Scrum.

OPZET VAN HET ONDERZOEK

In het onderzoek waren de volgende onderzoeksvragen leidend:

- 1 Wat zijn de effecten van het gebruik van Scrum op het begrip van leerlingen van de chemieconcepten van de module Groene Chemie?
- 2 Wat zijn de effecten van het gebruik van Scrum op de ontwikkeling van de kritische reflectieve (natuur)wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen?

Het onderzoek werd gedaan in 5 havo onder 198 leerlingen uit 8 verschillende klassen. Al deze leerlingen

- maakten een pre-test over hun Groen-Chemische kennis
- voerden in teams van 4 de context-based module Groene Chemie uit
- pasten de principes van Groene Chemie toe op twee verschillende synthese-routes van apidinezuur en beantwoordden daarover 40 vragen (post-test)
- leverden een schriftelijk advies op over de groenste synthese van adipinezuur

De onderzoeksgroep bestond uit 25 leerlingenteams die Scrum gebruikten; hun 2 docenten volgden ter voorbereiding een Scrum training. De controlegroep bestond uit 29 leerlingenteams van 3 docenten; deze teams werkten zonder Scrum. Alle begeleidende docenten hadden minstens 10 jaar onderwijservaring.

Leerlingen uit de onderzoeksgroep gebruikten Scrum om hun werk te plannen en hun voortgang op een Scrumbord te volgen. Hun docenten meldten dat de leerlingen de Scrum ceremonies hebben uitgevoerd zoals bedoeld.

Aan het eind van elke cyclus reflecteerden de leerlingen op de kwaliteit van hun werk en van hun leerproces en bespraken ze hoe ze hun werkwijze konden verbeteren. Leerlingen van de controlegroep kregen geen specifieke didactische steigers om hun planning te beheren en hun voortgang te volgen. Net als de leerlingen van de onderzoeksgroep werkten ze in groepen; ze waren echter vrij om hun eigen strategieën te gebruiken om hun voortgang te plannen en te volgen.

Een ander opvallend verschil tussen de beide groepen is de tussentijdse check. Leerlingen van de onderzoeksgroep werkten in iteratieve cycli die telkens eindigden met een Review, waarin ze hun begrip van Groene Chemie-principes controleerden. De Reviews hadden de vorm van formatieve toetsen, die door de leerlingen individueel werden gemaakt en waarvan de antwoorden met teamgenoten en de docent werden besproken. Op verzoek verstrekke de docent aanvullende uitleg.

De kwaliteit en complexiteit van de schriftelijke adviezen werd door twee onafhankelijke beoordelaars geanalyseerd volgens de SOLO-methode (Structure of Observed Learning Outcomes).



RESULTATEN

Begrip van Scheikundeconcepten

De pre-test laat zien dat onderzoeksgroep en controlegroep vergelijkbare voorkennis hebben. Leerlingen die Scrum gebruikten, ontwikkelden een beter begrip van de Groene Chemie-concepten dan leerlingen van de controlegroep (hoge effect-size).

		PRE-TEST		POST-TEST	
	AANTAL LEERLINGENTEAMS	GEMIDDELDE	STANDAARD DEVIATIE	GEMIDDELDE	STANDAARD DEVIATIE
Scrum onderzoeksgroep	25	26.88	10.68	60.20	17.86
niet-Scrum controlegroep	29	26.07	8.87	42.93	18.99

	SCRUM ONDERZOEKSGROEP 25 LEERLINGENTEAMS		NIET-SCRUM CONTROLEGROEP 29 LEERLINGENTEAMS	
	BEOORDELAAR 1	BEOORDELAAR 2	BEOORDELAAR 1	BEOORDELAAR 2
SOLO-score				
0	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2-4	32 %	28 %	62 %	55 %
5-7	68 %	72 %	38 %	45 %
8	-	-	-	-

Kritische wetenschappelijke geletterdheid

De schriftelijke adviezen van alle 54 leerlingenteams hadden een zeer gevarieerde score. Geen van de adviezen werd beoordeeld als slecht of uitermate goed. 70% van de groepen die Scrum gebruikten gaf een advies op een goed niveau (score 5-7), terwijl meer dan 55% van de controlegroep een advies onder dit niveau opleverde. Een score van 5-7 geeft aan dat het advies alle principes van Groene Chemie omvat en (steeds meer) onderlinge verbanden tussen deze principes legt. Ook dit punt presteerden de teams die Scrum gebruikten beter dan de teams van de controlegroep (medium effect-size).



CONCLUSIES

Leerlingen die werkten met Scrum, presteerden in hun conceptuele begrip beter dan hun leeftijdsgenoten uit de controlegroep. Bovendien was de kwaliteit van de adviezen van de scrummende leerlingen hoger. Scrum bevordert dus zowel het conceptuele begrip voor het vak Scheikunde als de ontwikkeling van wetenschappelijke geletterdheid. Opgemerkt mag worden dat docenten en leerlingen nog geen Scrum ervaring hadden en zich tijdens deze module het werken met Scrum eigen hebben gemaakt. Met meer Scrumervaring zouden de effecten van het gebruik van Scrum dus nog sterker kunnen zijn.

Geen enkel team schreef een uitermate goed advies (SOLO-score 8); hiervoor is het nodig om verbanden te leggen met andere actuele maatschappelijke problemen of het persoonlijk leven. Dit lijkt goed te verhelpen door deze eis toe te voegen aan de module Groene Chemie.

Kortom: wetenschappelijke geletterdheid en Scrum vormen een sterke combinatie.

- Zie ook: Johannes Vogelzang, W. F. Admiraal en J. H. van Driel (2020). *Effects of Scrum methodology on student's critical scientific literacy: the case of Green Chemistry* Chemistry Education Research and Practice
- Artikel is te vinden op www.scrumatschool.nl/onderzoek

► De vijf studies laten zien dat Scrum op drie manieren bijdraagt aan context-based onderwijs:

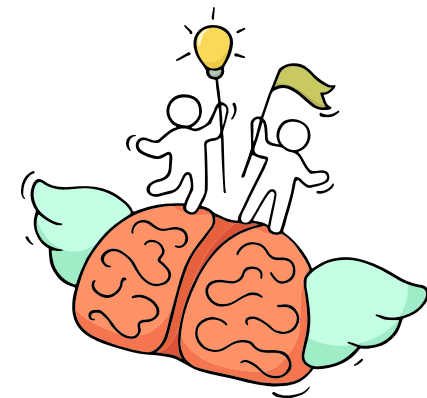
- 1 Scrum reikt ceremonies en instrumenten aan die bijdragen aan een transparante leeromgeving. Scrum stimuleert docenten om helder te communiceren over de leerdoelen en het beoogde einddoel (de Release Planning). Scrum maakt zichtbaar wat de bijdrage van elke leerling is aan het leerproces middels de Stand-up en het Scrumbord.
- 2 Scrum draagt bij aan de voortdurende monitoring van leerproces. Met behulp van de Review en de Retrospective inspecteren leerlingen en docenten de voortgang op (meta)cognitief gebied.
- 3 Scrum helpt leerlingen om het leerproces toe te spitsen op de behoeften van de leerlingen. Het doen van aanpassingen wordt aangemoedigd. Dat kan herhaling zijn van lastige begrippen, maar ook verandering van bijvoorbeeld de leerstrategie, zodat de kans groter wordt dat het uiteindelijke doel gehaald wordt.

Als docenten in staat zijn aan deze drie voorwaarden een goede invulling te geven, draagt Scrum bij aan een klassenklimaat dat leren en samenwerken bevordert. Leerlingen mogen zelf plannen en het werk verdelen. Dat draagt bij aan hun autonomie. De ceremonies en het feit dat leerlingen aanspreekbaar zijn op hun bijdrage aan het team zorgt voor kaders waarbinnen alles gericht is op het leren. Scrum biedt daarmee kansen om het leren van leerlingen een impuls te geven. Tegelijkertijd blijkt uit de studies, dat de rol van de docent cruciaal blijft. Scrum is een hulpmiddel en is daarmee een concrete en zichtbare aanvulling op het didactisch en pedagogisch repertoire van de docent.

De implementatie van Scrum vraagt veel van docenten. Door een gedegen voorbereiding en een professionele training ontdekken docenten dat naast een gedegen inhoudelijke basis ook didactische en pedagogische kwaliteiten van

groot belang zijn. Docenten uit het onderzoek gaven aan dat de voorbereiding op het scrummen met de leerlingen, het maken van de formatieve toetsen en het 'verscrummen' van het lesmateriaal tijdrovende bezigheden zijn. Het onderlinge overleg binnen de trainingsgroep, de uitwisseling van ervaringen en resultaten droegen sterk bij aan een onderling saamhorigheidsgevoel en het idee om samen te gaan voor een beter onderwijs. Samenwerking met scrummende docenten (van verschillende scholen) blijkt grote voordelen te hebben om onderwijskundige innovaties in de klas te implementeren.

Kortom: de implementatie van Scrum draagt bij aan een context-based leeromgeving die transparant is, waarin het leerproces systematisch gemonitord en geïnspecteerd wordt en waarin aanpassing aan de behoeften van leerlingen aangemoedigd wordt. Docenten spelen ook binnen Scrum een belangrijke rol. Dit onderzoek laat zien dat de implementatie van een methode die in het zakenleven is ontwikkeld, een positieve impact kan hebben op zowel het leren als het lesgeven.⁷



- 1 *Scrum@school Guide; Scrum@school in de klas – de regels van het spel*;
Ellen Reehorst, Jan van Rossum, Susan Saris; 2019;
www.scrumatschool.nl/over-ons/
- 2 Zie <https://www.leraar24.nl/effectief-formatief-evalueren-door-kleine-stappen-te-zetten>
- 3 Zie ook *Hoe kun je leerlingen intrinsiek motiveren?*; Leraar24, februari 2014.
- 4 *Scrum Methodology as an Effective Scaffold to Promote Students' Learning and Motivation in Context-based Secondary Chemistry Education*;
J. Vogelzang e.a., juni 2019.
- 5 Vogelzang, J., Admiraal, W.F., & Van Driel, J.H. (2020). *Scrum methodology in context-based secondary chemistry classes: Effects on student's achievement and their affective and metacognitive outcomes*
- 6 Vogelzang, J., Admiraal, W. F., & Van Driel, J. H. (2020). *A teacher perspective on Scrum methodology in secondary chemistry education*
- 7 J. Vogelzang, (2020) *Scrum in secondary chemistry education: a methodology to support teachers and to scaffold students*



JAN VAN ROSSUM

Jan van Rossum werkte tot 2014 als docent Scheikunde en decaan op het Ashram College in Alphen aan den Rijn. In 2011 kwam hij in aanraking met Scrum en introduceerde hij een onderwijsbewerking van deze methodiek in zijn eigen lessen. In 2015 was hij een van de oprichters van Scrum@school. Sinds die tijd inspireerde en trainde hij vele docenten van allerlei vakken en onderwijssectoren in het gebruik van Scrum met hun leerlingen en studenten.



HANS VOGELZANG

Hans Vogelzang is docent Scheikunde op het Greijdanus College in Zwolle. Sinds 2013 werkt hij met Scrum in zijn eigen klassen. In 2020 promoveerde hij op de opbrengsten van Scrum als didactiek.



WWW.SCRUM@SCHOOL.NL