



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **Scrum in secondary chemistry education: A methodology to support teachers and to scaffold students**

Vogelzang J.

### **Citation**

*Scrum in secondary chemistry education: A methodology to support teachers and to scaffold students.* (2020, November 10). *Scrum in secondary chemistry education: A methodology to support teachers and to scaffold students. ICLON PhD Dissertation Series.* Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/138188>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/138188>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/138188> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Vogelzang, J.

**Title:** Scrum in secondary chemistry education: A methodology to support teachers and to scaffold students

**Issue Date:** 2020-11-10

## Nederlandstalige samenvatting

Wereldwijd zijn in het scheikundeonderwijs context-concept modules geïntroduceerd. Ook in Nederland zijn - onder de vlag van Nieuwe Scheikunde - modules ontwikkeld voor het voortgezet onderwijs. In zo'n module staat een voor leerlingen herkenbare vraag centraal, zoals: *Welke bijdrage kunnen leerlingen leveren aan het ontwikkelen van een nieuw Antibioticum?* of *Wat is de groenste synthesemethode voor de productie van adipinezuur?* De achterliggende gedachte is dat een levensechte en herkenbare context een positief effect heeft op de motivatie van leerlingen. En inderdaad, er zijn aanwijzingen dat de motivatie van leerlingen bevorderd wordt zonder dat de leeropbrengsten afnemen (Bennett, 2017; Savelsbergh et al., 2016). Toch zitten er ook nadelen aan deze aanpak. Sommige leerlingen ervaren een context-concept module als complex. Ze komen daardoor niet altijd goed aan het werk en zijn soms onzeker over wat er geleerd moet worden. In dit proefschrift is onderzocht of het gebruik van Scrum tegemoet kan komen aan de uitdagingen van het context-based onderwijs.

Scrum is een projectmanagement methode die ontwikkeld is in het bedrijfsleven. Kenmerkend zijn *transparante* doelen en een heldere werkwijze, voortdurende *monitoring* van de voortgang en de mogelijkheid om tijdens het project *aanpassingen* te doen. Scrum bestaat uit een aantal ceremonies die systematisch terugkomen, er zijn heldere rollen en er zijn attributen die gebruikt worden om de ontwikkeling van het project zichtbaar te maken. De Scrum methodiek is geschikt gemaakt voor het onderwijs en komt in het kort hierop neer: de docent, of *product-owner*, legt aan de leerlingen uit wat de centrale vraag van de lessenserie is. Deze vraag is bij voorkeur herkenbaar en levensecht. Vervolgens maakt de docent duidelijk welke leerdoelen verbonden zijn aan de centrale vraag. Voordat de leerlingen aan het werk gaan worden ze ingedeeld in groepen. Dat gebeurt in een speciale ceremonie waarbij leerlingen aangeven welke kwaliteiten ze willen inbrengen in het team. Elke groep bestaat uit een Scrum master en meestal drie andere leerlingen. De Scrum master neemt initiatief en stimuleert teamgenoten om bezig te gaan en bezig te blijven met de leerdoelen. De docent geeft aan elk team een *product backlog* met daarop alle opdrachten en practica die nodig zijn om de centrale vraag te beantwoorden. De teams zijn vrij om de *product backlog* verder aan te vullen en ze mogen zelf alle activiteiten inplannen. Leerlingen noteren de opdrachten op Post-Its, die ze vervolgens op een *Scrumbord* plakken. Zo'n *Scrumbord* bestaat in de basis uit drie kolommen (to do, doing en done) en maakt in één oogopslag de voortgang zichtbaar. Elke les

begint met een stand-up. Leerlingen bespreken wat ze voor het team gedaan hebben en wat de plannen voor de betreffende les zijn. Daarna gaan ze aan het werk in *sprints*. Dat zijn perioden van ongeveer twee weken of zes lessen. Na afloop van een *sprint* leveren leerlingen een tussenproduct op of checken ze de vakinhoudelijke voortgang met behulp van een formatieve toets. Dit wordt de *review* ceremonie genoemd. Deze wordt onmiddellijk gevolgd door de *retrospective* ceremonie, waarin leerlingen bespreken hoe de samenwerking ging en wat ze in de volgende *sprint* willen verbeteren. Na twee of drie *sprints* wordt het eindproduct opgeleverd en is er ruimte voor een summatieve toets.

Tot nu toe is er nog maar heel weinig onderzoek gedaan naar de effecten van Scrum op de leeropbrengsten van leerlingen, al zijn er aanwijzingen dat leerlingen profijt kunnen hebben van de implementatie van Scrum (Cook, 2017; Parsons & MacCallum, 2019). Het onderzoek in dit proefschrift past bij een recente oproep in de onderwijskundige literatuur om na te gaan welke condities bijdragen aan het slagen van context-based onderwijs in de klas (Sevian et al., 2018). Daarom is de volgende hoofdonderzoeksvraag geformuleerd: *In welke mate ondersteunt de Scrum methodiek docenten en leerlingen in context-based scheikunde onderwijs?* Om deze vraag te beantwoorden zijn vijf verschillende studies uitgevoerd.

## **Studie 1**

*Studie 1* was een verkennende studie naar het effect van de implementatie van formatieve toetsen in een context-concept module over melkzuur. Bij een formatieve toets ligt het accent nadrukkelijk op het leren zelf en niet – zoals bij een summatieve toets – op wat er geleerd is. Een formatieve toets informeert zowel de leerlingen als de docent over de ontwikkeling en de voortgang van het leren. Misconcepten en kennislacunes worden zo in een vroeg stadium zichtbaar, waardoor leerlingen hun leerstrategie kunnen aanpassen of bepaalde leerstofonderdelen kunnen herhalen. Bovendien hebben docenten de mogelijkheid om hun begeleiding en uitleg toe te snijden op de behoeften van leerlingen. In *studie 1* participeerden twee klassen uit 3 Vwo. De experimentele groep en de controlegroep werkten in groepen van ongeveer vier leerlingen aan hetzelfde onderwerp. Leerlingen uit de experimentele groep maakten tijdens de lessenserie een formatieve toets. Het onderzoek werd herhaald met een ander onderwerp, waarbij de experimentele groep en de controlegroep waren omgedraaid. De uitkomst van het onderzoek was dat de introductie van formatieve toetsen een statistisch significant effect had op de leeropbrengsten. Deze verkennende studie in een context-based leeromgeving bevestigde daarmee het beeld in de onderwijskundige literatuur dat formatieve toetsen een positieve invloed hebben op de leeropbrengsten.

## Studie 2

In *studie 2* is vanuit theoretisch perspectief onderzocht op welke manier Scrum ceremonies, Scrum rollen en specifieke Scrum attributen, zoals een Scrumbord, verbonden kunnen worden met zes aspecten van de motivatietheorie van Belland et al. (2013). Hieruit werd duidelijk dat de Scrum karakteristieken waarschijnlijk de motivatie van leerlingen positief kunnen bevorderen. Het eerste aspect gaat in op het *bevorderen van betrokkenheid (promote belonging (PB))*. Leerlingen functioneren in teams en werken aan een gezamenlijk doel. Verder zeggen de leerlingen tijdens de teamvormingsceremonie toe dat ze hun persoonlijke kwaliteiten zullen inzetten om de kwaliteit van het gezamenlijke werk te verhogen. Ten tweede, attributen zoals een *product backlog* en een *Scrumbord* dragen bij aan het *bevorderen van autonomie (promote autonomy (PA))*. Leerlingen bepalen zelf wanneer ze een bepaalde opdracht of activiteit uitvoeren. Ook houden ze zelf de gemaakte vorderingen bij met behulp van een *Scrumbord*. In de derde plaats geven ceremonies zoals *stand-up* de leerlingen richting, zodat het makkelijker is om aan het werk te gaan. Daardoor kan het halen van korte termijn doelen bevorderd worden. Dit gegeven draagt bij aan de uiteindelijke *beheersing van de leerdoelen (promote mastering goals (PMG))*. Ten vierde zijn er twee ceremonies die bijdragen aan een positieve *verwachting van succes (expectancy for success (PES))*. De *review* maakt duidelijk wat de leerlingen al kunnen en de *retrospective* geeft inzicht in de kwaliteit van het leerproces. Dat kan vertrouwen geven. De docent speelt hierin ook een belangrijke rol als *product-owner* door leerlingen nuttige feedback te geven op vakinhoudelijke vragen en op gebruikte leerstrategieën. Het vijfde aspect komt nadrukkelijk naar voren als de docent en de leerlingen in gesprek gaan over zowel positieve als negatieve *emoties* die ze tijdens het leren ervaren (*promote emotion regulation (PER)*). Op deze manier kan een *retrospective* bijdragen aan een klassenklimaat waarin leerlingen fouten mogen maken en waar ze ervaren dat succes mogelijk is. Als zesde en laatste aspect veronderstelt het gebruik van Scrum dat leerlingen werken aan een centrale vraag of een product. Op deze manier kan Scrum een context-based leeromgeving versterken waarin de *waarde van een real-world vraag* sterk wordt benadrukt (*establish task value (ETV)*).

Daarnaast bevatte *studie 2* ook een pilotstudie waarin de ervaringen van drie docenten met Scrum werden beschreven. De interviewgegevens gaven een gevarieerd beeld. Naast enthousiaste geluiden waren er ook meer sceptische. Docent 1 rapporteerde dat Scrum motiverend was en dat de leerlingen de meerwaarde van de Scrum ceremonies ervoeren. Bovendien gaf docent 1 aan dat Scrum een mooie aanvulling vormde op zijn docerestijl. Scrum hielp hem om niet alleen over vakinhoudelijke zaken te spreken, maar ook over de

voortgang en leeraanpak. Zijn leerlingen scoorden beter op een vergelijkbare summatieve toets dan het jaar ervoor. Docent 3 benadrukte dat organisatorische zaken rondom het rooster, samen met een wat negatief klassenklimaat, een grote invloed hadden op het implementatieproces. Zij was behoorlijk sceptisch over de potentiële voordelen van Scrum en zag geen groei bij de toetsresultaten. Docent 2 wees erop dat de Scrum ceremonies, rollen en attributen de leerlingen in het juiste spoor hielden. Verder merkte hij op dat de leeropbrengsten vergelijkbaar waren met voorgaande jaren. Kortom: het theoretische perspectief in combinatie met de ervaringen van drie ervaren docenten suggereerde dat Scrum een positieve bijdrage kan leveren aan de motivatie van leerlingen en dat de Scrum ceremonies leerlingen kunnen ondersteunen tijdens het leerproces. De variatie in ervaringen bij de drie ervaren docenten was een eerste aanwijzing dat de docenten zelf een cruciale rol spelen als Scrum wordt toegepast in de klas.

### **Studie 3**

In *studie 3* verschoof de aandacht naar de rol van de professionaliteit van de docent tijdens het implementatieproces van Scrum in de klas. Beijaard et al. (2000) onderscheiden in het begrip docentprofessionaliteit de volgende aspecten: vakinhoudelijke kennis, didactische expertise, pedagogische expertise, de onderwijscontext, onderwijservaring en de persoonlijke biografie van de docent. Om inzicht te krijgen in deze aspecten is gebruik gemaakt van interviews en een vragenlijst waarbij docenten zichzelf scoorden op de verschillende aspecten van docentprofessionaliteit. Ook geschreven reflecties van docenten en aantekeningen die gemaakt zijn tijdens lesbezoeken en cursusavonden zijn gebruikt als bronnen. Zo werd duidelijk dat de implementatie van Scrum veel van docenten vraagt. Deelnemende docenten, en ook de leerlingen, hadden tijd nodig om zich de werking van alle verschillende onderdelen eigen te maken. De interviews maakten duidelijk dat er grote verschillen waren tussen de docenten. Drie van de twaalf geïnterviewde docenten gaven aan dat ze geen grote implementatieproblemen waren tegengekomen. Drie andere docenten rapporteerden wel de nodige uitdagingen. Zij kregen kritische reacties van leerlingen en soms zelfs van ouders of van de schoolleiding. De gegevens van de interviews werden getrianguleerd met de aantekeningen, vragenlijst en geschreven reflecties van docenten. Hieruit ontstond het beeld dat er twee uitgesproken typen docenten te onderscheiden waren: topdocenten en groeidocenten. De overige zes docenten waren minder uitgesproken over hun ervaringen met de implementatie van Scrum. Omdat er veel geleerd kan worden van uitzonderlijke situaties (Helms, 1998, p. 832) werd de focus gelegd op de verschillen tussen topdocenten en

groeidocenten. Uit de data kwam een helder beeld naar voren. Ten eerste, topdocenten hadden een substantieel hogere score op didactische expertise vergeleken met groeidocenten. Dit suggereerde dat hun organisatievaardigheden zeer goed zijn ontwikkeld en dat ze een grote variatie aan onderwijsstrategieën beheersten. Topdocenten planden zorgvuldig, formuleerden heldere leerdoelen, leermiddelen waren op tijd aanwezig en zij hielden rekening met de specifieke leerbehoeften van hun leerlingen. Deze topdocenten scoorden ook hoog op pedagogische expertise. Dat suggereerde dat ze vaardig zijn in het opbouwen van positieve relaties met hun leerlingen. Ze creëerden een positief klassenklimaat. Verder vroegen ze hun leerlingen regelmatig om feedback en reflecteerden ze systematisch met hun leerlingen op de voortgang van het leren. Zowel de topdocenten als de groeidocenten gaven aan dat een stevige vakinhoudelijke basis belangrijk is. Dit gegeven is mogelijk een aanwijzing dat vakinhoudelijke kennis niet dé onderscheidende sleutelfactor was tijdens de implementatie van Scrum. De verschillen tussen topdocenten en groeidocenten waren minder uitgesproken als het ging om de onderwijscontext, onderwijservaring en persoonlijke biografie. Deze aspecten speelden daarom waarschijnlijk een wat minder grote rol in het totale implementatieproces. Dit resultaat was niet helemaal onverwacht, gezien het feit dat deze docenten al vele jaren scheikunde gaven en dat ze vrijwillig participeerden, ondersteund door hun schoolleiding om deel te nemen aan een Scrum training. De resultaten maakten duidelijk dat de didactische expertise en pedagogische expertise van docenten een cruciale rol speelden.

De leeromgeving waarin topdocenten werkten kan goed gekarakteriseerd worden met woorden als: positieve onderlinge relaties, gedeelde controle, nadruk op het leren zelf, voortdurende dialoog en afstemming op de behoeften van leerlingen. De groeidocenten hadden te maken met weerstanden. Sommige van hun leerlingen verwachtten dat de docent alle scheikundebegrippen zou uitleggen. Andere leerlingen gaven aan dat de leermiddelen niet altijd beschikbaar waren en dat ze de meerwaarde van Scrum niet zagen. De leerlingen en de groeidocent hadden soms tegengestelde verwachtingen waardoor onzekerheid en ontevredenheid een rol speelden. Ondanks deze uitdagingen lieten alle docenten weten dat ze de heldere structuur van Scrum waardeerden. Opvallend was de waardering voor het gebruik van de formatieve toetsen als tool om inzicht te krijgen in de vakinhoudelijke voortgang van het leerproces.

Kortom: Scrum levert een framework dat de onderwijspraktijk van docenten kan verrijken. Tegelijkertijd maakt deze studie duidelijk dat de effectiviteit van Scrum sterk afhangt van zowel de didactische als de pedagogische expertise van de docent.

## Studie 4

In *studie 4* verschoof de aandacht van docenten naar leerlingen. Wat exacter geformuleerd: in *studie 4* is het effect van Scrum op de cognitieve en metacognitieve aspecten van het leren onderzocht. Deze studie is uitgevoerd in een context-based leeromgeving waarin leerlingen uit 5 Havo de twaalf principes van Groene Chemie toepasten op twee verschillende syntheseroutes van adipinezuur. Uit de resultaten bleek dat leerlingen die deelnamen in de experimentele conditie beter scoorden op het begrip van de betrokken scheikundeconcepten dan leerlingen uit de vergelijkingsgroep. Omdat uit *studie 3* bleek dat docenten een sleutelrol spelen in het implementatieproces - en dat ze daarom ingedeeld konden worden in verschillende groepen - zijn de zes deelnemende docenten van de experimentele groep ingedeeld in topdocenten en groeidocenten. Daarvoor zijn de resultaten van een leerlingenvragenlijst gebruikt, waarin leerlingen gevraagd werd om een oordeel te geven over de ervaren ondersteuning door de docent. Vier van deze docenten participeerden ook in *studie 3*. Zij werden ingedeeld bij de groeidocenten. De andere twee docenten volgden op een ander moment een Scrumtraining. Ze werden ingedeeld bij de topdocenten. In de controle conditie participeerden vier docenten, die geen Scrumtraining hadden gevolgd. De leeropbrengsten van leerlingen die les kregen van topdocenten waren hoger dan de resultaten van leerlingen die in de vergelijkingsgroep zaten (grote effect-size). Ook leerlingen die les kregen van groeidocenten deden het beter op de cognitieve test dan leerlingen uit de controle conditie (medium effect-size). Dit was een bemoedigend resultaat en suggereerde dat begripsontwikkeling van scheikundeconcepten bij leerlingen bevorderd werd door de introductie van de Scrum ceremonies, rollen en attributen. Het was niet mogelijk om exact aan te geven welk onderdeel, of welke onderdelen, het gevonden effect verklaarden. Maar, de uitspraken van docenten in *studie 3* suggereerden dat de formatieve toetsen die gebruikt werden in de *review* ceremonie een belangrijke rol speelden.

Andere aspecten konden afgeleid worden uit een vragenlijst die door leerlingen werd ingevuld. Daaruit werd duidelijk dat het klassenklimaat bij topdocenten hoger gewaardeerd werd dan bij groeidocenten of docenten in de controle conditie. Deze topdocenten waren zeer actief betrokken en creëerden een klassenklimaat waarin de leerlingen zich goed voelden, samenwerkten, bijdroegen aan discussies, reflecteerden op hun leren en zo hun vaardigheden en kwaliteiten verder ontwikkelden. Op andere metacognitieve en affectieve dimensies van het leren waren de effecten van het gebruik van Scrum minder uitgesproken. Voor zelfregulatie gold bijvoorbeeld dat maar een kleine effect-size werd gevonden als leerlingen van topdocenten vergeleken werden met leerlingen uit de vergelijkingsgroep. Leerlingen die



les ontvingen van groeidocenten rapporteerden geen stijging met betrekking tot hun zelfregulatievaardigheden. Een verklaring daarvoor kan zijn dat de leerlingen van groeidocenten meer weerstanden ervoeren waardoor de motivatie van hun leerlingen om zelf hun leren te reguleren onder druk kwam te staan. De houding van leerlingen ten aanzien van het schoolvak scheikunde werd voor beide experimentele condities iets positiever in vergelijking met de controle conditie. Deze uitkomst was in lijn met andere onderzoeksresultaten die aangeven dat een context-based benadering in combinatie met passend docentgedrag een positief effect heeft op de houding van leerlingen ten aanzien van bètavakken (Lee & Erdogan, 2007). Leerlingen van topdocenten gaven in de vragenlijsten aan dat ze substantieel groeiden in hun onderlinge samenwerking. Het feit dat leerlingen van groeidocenten maar een zeer geringe groei rapporteerden over hun onderlinge samenwerking suggereerde dat de manier waarop topdocenten Scrum implementeerden een onderscheidende rol speelde.

Kortom: *studie 4* liet zien dat Scrum een positieve impact had op zowel cognitieve leeropbrengsten en – in iets mindere mate – ook op metacognitieve en affectieve leeropbrengsten.

## Studie 5

In de laatste studie, *studie 5*, werd ingezoomd op een specifiek aspect van de Groene Chemie module. Deze module bevatte meerdere niveaus. Op het eerste niveau bestudeerden de leerlingen twaalf verschillende principes die in de literatuur over Groene Chemie worden onderscheiden (Anastas & Eghbali, 2010). Aan de hand van voorbeelden werden de scheikundige begrippen die bij de twaalf principes horen, besproken en uitgelegd. Dit deel van de module paste bij wat Roberts (2011) *Visie I* noemt. Op het tweede niveau pasten de leerlingen de twaalf principes toe op de synthese van adipinezuur. Leerlingen werden uitgedaagd om twee verschillende syntheseroutes voor adipinezuur te vergelijken en te analyseren. Daarna schreven de leerlingen een afgewogen advies waarin ze hun voorkeur voor één van beide methoden onder woorden brachten. Op deze manier ontdekten de leerlingen dat de twaalf principes ingebed zijn in het dagelijkse leven. Roberts (2011) karakteriseerde deze manier van leren als *Visie II*. Deze visie wordt gezien als een manier om leerlingen te ondersteunen om wetenschappelijk geletterde burgers te worden. In het scheikundeonderwijs is een duidelijke trend te zien waarbij het onderwijs verschuift van *Visie I* naar *Visie II* (Pilot et al., 2016). Recent is een verder uitgewerkte vorm van *Visie II* voorgesteld, waarin leerlingen gestimuleerd worden om *kritisch* te reflecteren op de vraag hoe de real-world

context zich verhoudt tot hun persoonlijke leven (Sjöström & Eilks, 2018). Het doel van deze *Visie III* aanpak is dat leerlingen leren hoe ze met behulp van informatie, data en ook waarden, keuzes kunnen maken voor hun eigen leven, zodat ze *kritisch wetenschappelijk geletterd (critically scientific literate)* worden. Met behulp van een pre-test/post-test controlegroep design is onderzocht wat het effect van het gebruik van Scrum op de conceptuele begripsontwikkeling is (*Visie I*). Uit de resultaten kwam naar voren dat leerlingen in de experimentele conditie beter scoorden dan leerlingen uit de controleconditie (grote effect-size). Verder zijn in totaal 54 geschreven adviezen geanalyseerd met de SOLO-taxonomie (Standard Observed Learning Outcomes). Statistische analyse van de geschreven adviezen, waarbij de leerlingen de begrippen toepasten op de synthese van adipinezuur (*Visie II*) en waarbij ze eveneens keken naar het effect op hun persoonlijke leven (*Visie III*), maakte duidelijk dat de leerlingen uit de experimentele groep beter scoorden dan leerlingen uit de controlegroep (medium effect-size). De meerderheid van de adviezen van de scrummende leerlingen bevond zich op het zogenoemde *relationele niveau*. Dat betekent dat de leerlingen de gegevens en de begrippen onderling verbonden tot een samenhangend geheel. In de vergelijkingsgroep bereikten de meeste groepjes het *multi-structurele niveau*, wat betekent dat de leerlingen de begrippen gebruikten in een geïsoleerde vorm zonder al te veel onderlinge dwarsverbanden te leggen. Geen enkele groep bereikte het zogenoemde *uitgebreid abstract niveau*. Dat betekent dat geen enkel leerlingengroepje een kritische reflectie op het eigen advies gaf. Ook legden ze geen verband met hun persoonlijke leven (*Visie III*). Kortom: de resultaten van *studie 5* tonen aan dat de implementatie van Scrum tijdens de module Groene Chemie een positief effect heeft op de begripsontwikkeling (*Visie I*) en op het toepassen van deze begrippen (*Visie II*). Overtuigend bewijs dat Scrum een directe bijdrage levert aan de kritisch wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen is niet gevonden (*Visie III*).

### **Bijdrage van Scrum aan onderzoek aan context-based onderwijs**

De vijf studies laten zien dat Scrum op drie manieren bijdraagt aan context-based onderwijs. In de eerste plaats reikt Scrum ceremonies, rollen en attributen aan die bijdragen aan een *transparante* leeromgeving. Scrum stimuleert docenten om helder te communiceren over de leerdoelen en het beoogde einddoel (*product backlog*). Scrum maakt zichtbaar wat de bijdrage van elke leerling is aan het leerproces (*stand-up, Scrumbord*). In de tweede plaats draagt Scrum bij aan een continue monitoring van het leerproces. Met behulp van de *review* en *retrospective* ceremonie, *inspecteren* leerlingen en docenten de voortgang op (meta)cognitief gebied. In de derde plaats helpt Scrum om het leerproces toe te spitsen op de behoeften van de

leerlingen. Het maken van *aanpassingen* wordt aangemoedigd. Dat kan herhaling zijn van lastige begrippen, maar ook een verandering in bijvoorbeeld de leeraanpak, zodat de kans dat het uiteindelijke doel gehaald wordt, groter wordt. Als docenten in staat zijn deze drie voorwaarden een goede invulling te geven, draagt Scrum bij aan een klassenklimaat waarin leren en samenwerken bevorderd worden. Leerlingen mogen zelf plannen en het werk verdelen. Dat draagt bij aan hun autonomie. Tegelijkertijd is de gecreëerde ruimte niet onbegrensd. 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 maken de verschillende studies ook duidelijk dat de rol van de docent cruciaal blijft. Scrum is een hulpmiddel om een context-based leeromgeving vorm te geven en is daarmee een concrete en zichtbare aanvulling op het didactische en pedagogische repertoire van de docent.

### **Implicaties voor de professionele ontwikkeling van docenten**

De implementatie van Scrum vraagt veel van docenten. Het is aan te bevelen dat docenten, voordat ze Scrum implementeren in hun klassen, een professionele training volgen waarin in ieder geval de volgende aspecten een rol spelen: de achtergronden van de Scrum methodologie, het oefenen met de verschillende Scrum ceremonies, rollen en attributen en intervisie over ervaringen met Scrum in de klas. Docenten ontdekken op die manier dat naast een gedegen vakinhoudelijke basis ook de didactische en pedagogische kwaliteiten van de docent van groot belang zijn. Docenten die deelnamen aan dit onderzoek gaven aan dat het onderlinge gesprek over ervaringen en uitdagingen hen hielp om vol te houden. Opvallend was bovendien dat ze benadrukten hoe zeer ze het waardeerden dat ze allemaal scheikunde gaven. Dat gegeven maakte het makkelijker om de specifieke uitdagingen van het scheikundeonderwijs te delen en om elkaar te voorzien van relevante feedback. Verder gaven de deelnemers aan dat het ontwikkelen van geschikte formatieve toetsen voor de review ceremonie tijdrovend was. Na afloop van de Scrum training besloten de deelnemers een aanvraag te doen bij het Leraren Ontwikkelfonds (LOF) om samen formatieve toetsen te ontwikkelen die dan onderling uitgewisseld konden worden. Die aanvraag is gehonoreerd. In tweetallen ontwikkelden en deelden de docenten formatieve toetsen over alle leerstofonderdelen van het examenprogramma, bijvoorbeeld over zuurbase chemie, redox-chemie en biochemie. Deze onverwachte spin-off maakt duidelijk dat samenwerking tussen scheikundedocenten van verschillende scholen grote voordelen kan hebben om onderwijskundige innovaties te implementeren in de klas.

## **Beperkingen en toekomstig onderzoek**

De specifieke scheikundeleeromgeving maakt het lastiger om de uitkomsten van deze studie te generaliseren naar andere onderwijskundige contexten. Het is daarom aan te bevelen dat in toekomstige studies Scrum ook geïmplementeerd wordt bij andere vakken. Verder is dit onderzoek relatief kort na de eerste introductie van Scrum in het klaslokaal uitgevoerd. Ook al hadden de deelnemende docenten een professionele training gevolgd, ze waren ten tijde van het onderzoek nog wel tamelijk onervaren in het gebruik van Scrum. Datzelfde gold voor de leerlingen. Ook zij hadden geen ervaring met het gebruik van Scrum. Daarom is het aan te bevelen dat er studies naar het effect van Scrum gedaan worden wanneer zowel de leerlingen als de docent meer ervaring met de methodologie hebben. Een ander aspect betreft de omvang van de onderzoeksgroep. Die was relatief klein. Een vervolgstudie met veel meer docenten vergroot de onderlinge diversiteit en opvattingen waardoor de robuustheid van de resultaten verder versterkt kan worden.

De resultaten van de dit proefschrift met betrekking tot leerlingen zijn gebaseerd op pre-test/post-test metingen, geschreven adviezen en zelf-gerapporteerde percepties van metacognitieve aspecten van hun leren. Een vervolgstudie zou zich kunnen richten op het observeren, documenteren en analyseren van het gedrag van leerlingen tijdens Scrum lessen. Zo kan nog een helderder beeld ontstaan wat de invloed van Scrum is op samenwerking tussen leerlingen, hun zelfregulatievaardigheden, hun self-efficacy en de ontwikkeling van persoonlijke kwaliteiten.

## **Conclusie**

De implementatie van een projectmanagement methode zoals 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 in een op Scrum gebaseerde leeromgeving 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.