

Agile Baukastenentwicklung – Chancen und Herausforderungen bei der Implementierung in der Entwicklungspraxis am Beispiel der Zuverlässigkeit von Sprintzusagen

Linda Mauch^{1,2}, Martin Steyer², Nikola Bursac¹

¹ *TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG, Germany*

² *Kempton University of Applied Sciences, Germany*

Abstract

Agile frameworks such as Scrum contribute to a flexible product development process. In a scaled agile modular design development environment at TRUMPF Group, research shows that not all committed Backlog-Items are completed by the end of the sprint. By applying the Design Research Methodology by BLESSING and CHAKRABARTI, factors that influence the reliability of sprint commitment were identified. Furthermore, support was developed for two influencing factors, "quality of estimation" and "awareness of the advantages of reliable sprint commitments". Firstly, the usability of the User Story Mapping method to increase the quality of estimation was tested. Secondly, a workshop concept that aims to draw attention to the importance of the topic was tested in one Scrum team, resulting in higher awareness.

Keywords: Agile Development, Modular Design Development, Sprint Commitment, Quality of Estimation

1 Motivation

In Zeiten großer erforderlicher Produktvielfalt zur Befriedigung divergenter Kundenbedürfnisse versuchen Unternehmen, ein Gleichgewicht zwischen einer großen Variantenbandbreite und einer dennoch wirtschaftlichen Entwicklung von Produkten zu schaffen. Ein möglicher Ansatz im mechatronischen Kontext ist hierzu die Baukastenentwicklung. Diese ermöglicht, durch die Modularisierung der Komponenten, Entwicklungskapazitäten auf wenige Systemelemente zu konzentrieren. Durch Kombination der Systemelemente untereinander kann wiederum eine erhöhte Variantenvielfalt ermöglicht werden. In einer nach dem Baukastenprinzip entwickelnden Organisation werden Produkte und deren Module anhand bestehender Referenzprodukte im Sinne der Produktgenerationsentwicklung kontinuierlich weiterentwickelt. Dadurch, dass Module zwar gesondert entwickelt werden können, diese jedoch durch Schnittstellen und modulübergreifende Funktionen Abhängigkeiten untereinander besitzen, ist eine effektive Koordination essenziell. Aufgrund dessen und dem gesteigerten Abstimmungsbedarf in einer solchen Entwicklungsumgebung, entsteht ein Bedarf nach Transparenz für die baukastenübergreifende Koordination der Entwicklung. In diesem Kontext gewinnen agile Vorgehensweisen wie beispielsweise das Agile Systems Design und das Framework Scrum an Bedeutung. In einer Organisation, die das Baukastenprinzip mit einer skalierten, agilen Entwicklungsweise verbindet, können einzelne Module und Funktionen iterativ und inkrementell von Scrum Teams entwickelt werden. Für die teamübergreifende Abstimmung ist es daher wichtig, dass Scrum Teams den Arbeitsumfang, der pro Iteration bzw. Sprint umgesetzt werden kann, möglichst genau einschätzen können.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Verbesserung der Zuverlässigkeit der Sprintzusage im Rahmen einer agilen Baukastenentwicklung. Hierfür wird die Zuverlässigkeit der Sprintzusage in der Forschungsumgebung des Werkzeugmaschinenherstellers TRUMPF analysiert. Im ersten Schritt werden Faktoren ermittelt, welche die Zuverlässigkeit der Sprintzusage beeinflussen. Hieraus werden Potenziale zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Sprintzusagen abgeleitet und Maßnahmen zum Ausschöpfen dieser Potenziale umgesetzt. Diese Maßnahmen werden im Anschluss bewertet. Abschließend werden die Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert und weitere Untersuchungen in Ausblick gestellt.

2 Stand der Forschung [2-3 Seiten]

2.1 Agile Baukastenentwicklung

Die Systemtheorie ist ein Ansatz, mit welchem Abhängigkeiten und Wechselwirkungen von systeminternen und systemübergreifenden Eigenschaften untersucht und modelliert werden können [1]. Ferner kann die Systemtheorie sowohl zur Analyse bestehender als auch zur Entwicklung neuer Systeme genutzt werden. Vor diesem Hintergrund stellt die Systemtheorie eine strukturelle Basis für die Produktentwicklung dar. Produkte werden jedoch in der Praxis selten von Grund auf neu entwickelt [2]. Häufiger entstehen Produkte auf der Basis von Referenzsystemen [3]. Produkte werden nach Generationen entwickelt und können mit dem Modell der Produktgenerationsentwicklung (PGE) beschrieben werden. Dabei entstehen neue Produktgenerationen sowohl aus Übernahmevariation von Teilsystemen aus den zugrundeliegenden Referenzsystemen als auch aus Neuentwicklungsanteilen in Form von Prinzip- und Gestaltvariation [2].

Die Prinzipien der Baukastenentwicklung und die modulare, Baureihen- und Plattformbauweise stellen mögliche Methoden für die Standardisierung in der Produktentwicklung dar [4]. Durch die Anwendung und Kombination von Standardisierungsmethoden können Unternehmen ihre Produktentwicklung optimieren. So kann durch die Realisierung einer Baukastensystematik eine große externe Variantenvielfalt erreicht und gleichzeitig die interne Variantenvielfalt verringert werden. Somit können Produkte gleichermaßen bedarfsgerecht und wirtschaftlich entwickelt werden [5]. Nach der Etablierung einer Baukastensystematik gilt es, diese ebenfalls kontinuierlich weiterzuentwickeln. Hierfür kann das Modell der PGE, erweitert um eine verbindende Systemsicht, angewendet werden [6].

In der kontinuierlichen Baukastenentwicklung ist insbesondere bei der Schnittstellenabstimmung zwischen den Systemelementen eine intensive Kommunikation der beteiligten Entwicklungsbereiche erforderlich [7]. Für mehr Transparenz in der Kommunikation und im Entwicklungsprozess sorgen agile Entwicklungsansätze wie das Agile Systems Design (ASD) und das Framework Scrum. ASD bietet gerade für die Entwicklung von mechatronischen Systemen Vorteile durch den bedarfsgerechten Einsatz von agilen Methoden [8]. Scrum bietet zudem einen klaren Rahmen für die iterative und inkrementelle Entwicklung von Produkten [9].

2.2 Zuverlässigkeit der Sprintzusage

Nach HANSCHKE findet Planung im agilen Kontext auf Unternehmens-, Projekt-Roadmap-Ebene sowie auf Iterationsebene statt [10]. Die Planung auf Iterationsebene erfolgt in Scrum Teams im Rahmen des Sprint Plannings. Dabei definiert das Entwicklungsteam selbständig und anhand der im Product Backlog priorisierten Backlog-Items den Arbeitsumfang für den kommenden Sprint, der mit der Fertigstellung eines Produktinkrements einhergeht [9]. Die Zuverlässigkeit der Sprintzusage bezeichnet in diesem Zusammenhang die Fähigkeit eines Teams, eine verlässliche Aussage über die zum Sprintende umgesetzten Backlog-Items zu machen. Nach einer Fallstudie von MAHNIC konnten unabhängige Studenten-Teams ihre Zuverlässigkeit der Sprintzusage über drei Sprints hinweg von durchschnittlich 42% (Sprint 1) auf 92% (Sprint 3) steigern. Grund für diese Steigerung war das Bewusstsein, welche über die Gegenüberstellung von geschätzter und tatsächlich erreichter Velocity geschaffen wurde sowie die verbesserte Kommunikation zum PO zur Klärung der Anforderungen der Backlog-Einträge [11]. Um Transparenz über die Zuverlässigkeit der Sprintzusage zu schaffen, können verschiedene Kennzahlen und Tools herangezogen werden. Dazu zählen das Burndown-Diagramm [12], das Velocity-Diagramm oder Kennzahlen wie die Forecast Accuracy und Win Loss Record [13] nach DOWNEY und SUTHERLAND.

Die Vorteile einer guten Sprintzusage können sich auf alle drei Planungsebenen beziehen. Für die Ebene der Iterationsplanung spielt die Erreichung des Sprintziels eine übergeordnete Rolle [9]. Nicht umgesetzte Backlog-Einträge werden zurück in das Produkt Backlog verschoben. Fraglich ist, welche Folgen nicht abgeschlossene Backlog-Einträge und damit verbunden die Verfehlung des Sprintziels haben. Aus Unternehmenssicht kann für eine bessere Planung auf Projekt-Roadmap-Ebene die Entwicklungsdauer von Produkten und Funktionen anhand der Durchschnittsvelocity näherungsweise bestimmt werden [12]. Diese These setzt jedoch voraus, dass das Product Backlog zuverlässig geschätzt und annähernd vollständig ist. In der agilen Praxis wird das Product Backlog jedoch kontinuierlich angepasst. Daraus ergibt sich ein Bedarf zur Ermittlung weiterer Vorteile, die sich auf die Ebenen der Projekt-Roadmap- und der Unternehmensplanung beziehen.

Ein in der Literatur weit diskutierter Teilaspekt, der Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit der Sprintzusage hat, ist die Zuverlässigkeit der Zeitschätzung. Darunter ist das Vermögen des Scrum Teams zu verstehen, den Arbeitsaufwand einzelner Backlog-Einträge möglichst genau zu schätzen [13]. Die Aufwandschätzung ist jedoch in den meisten Fällen wenig verlässlich, da sie auf subjektiver Basis stattfindet und stark von der Erfahrung der schätzenden

Person abhängt [14]. Laut einer Studie von USMAN ET AL. vertraten 52% der Befragten die Meinung, dass der tatsächliche Aufwand mehr als 25% vom ursprünglich geschätzten Aufwand abweicht [15]. LISKIN ET AL. konnten ergänzend belegen, dass der Aufwand häufiger unter- als überschätzt wird [16]. SUTHERLAND und DOWNEY sehen einen Genauigkeitswert von 80% als optimal an, um den Planungsaufwand im Verhältnis zum Nutzen effizient zu gestalten [13].

LISKIN ET AL. führten eine qualitative Umfrage zur Granularität von Backlog-Items durch. Daraus geht hervor, dass für 68 % der Backlog-Items der Zeitaufwand auf drei Tage oder weniger geschätzt wird [16]. Ergänzend zu dieser Untersuchung wird in der vorliegenden Arbeit anhand von einer quantitativen Analyse untersucht, ob es eine Abhängigkeit zwischen dem geschätzten Aufwand und der Umsetzbarkeit von Backlog-Items gibt.

3 Forschungsfragen und Forschungsmethode

Forschungsfrage 1: Welche Vorteile bieten zuverlässige Sprintzusagen in der agilen Baukastenentwicklung?

Forschungsfrage 2: Welche Faktoren beeinträchtigen die Zuverlässigkeit von Sprintzusagen in der agilen Baukastenentwicklung?

Forschungsfrage 3: Welche Maßnahmen können zu einer Verbesserung der Zuverlässigkeit von Sprintzusagen in der agilen Baukastenentwicklung führen?

Forschungsfrage 4: Wie können die erarbeiteten Maßnahmen in Bezug auf ihre Eignung zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Sprintzusagen in der agilen Baukastenentwicklung bewertet werden?

Zur wissenschaftlichen Bearbeitung der Forschungsfragen wurde die Design Research Methodology (DRM) nach BLESSING und CHAKRABARTI gewählt. Die DRM umfasst ein vierphasiges Vorgehen zur systematischen Erforschung einer Problemstellung [17]:

1. Klärung des Forschungsbedarfs: Literaturrecherche zur Eingrenzung der Problemstellung und Formulierung des Forschungsbedarfs
2. Deskriptive Studie 1: Analyse der Ausgangssituation und Identifikation von Einflussfaktoren
3. Präskriptive Studie: Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen durch gezieltes Adressieren ausgewählter Einflussfaktoren

4. Deskriptive Studie 2: Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit

4 Analyse

4.1 Ermittlung der Zuverlässigkeit der Sprintzusage

Die Zuverlässigkeit der Sprintzusage bezeichnet die Fähigkeit eines Teams, im Rahmen der Sprintplanung eine verlässliche Aussage über die zum Sprintende abgeschlossenen Backlog-Items zu machen. Hierzu wurde eine eigene Kenngröße, die Erfüllungsquote, definiert. Diese berechnet sich wie folgt:

$$\text{Erfüllungsquote} = \frac{\text{Velocity}}{\sum \text{Forecast}}$$

Der Forecast ergibt sich aus den für den Sprint zugesagten Backlog-Items. Die Velocity entspricht der Summe aller abgeschlossenen Backlog-Items pro Sprint. Die Analyse erfolgte auf Basis der ursprünglichen Zeitschätzung und bezieht sich auf Daten, die über das Tool Jira erfasst wurden. Ein beispielhaftes Velocity-Diagramm eines reifen Teams ist in Bild 1 dargestellt.

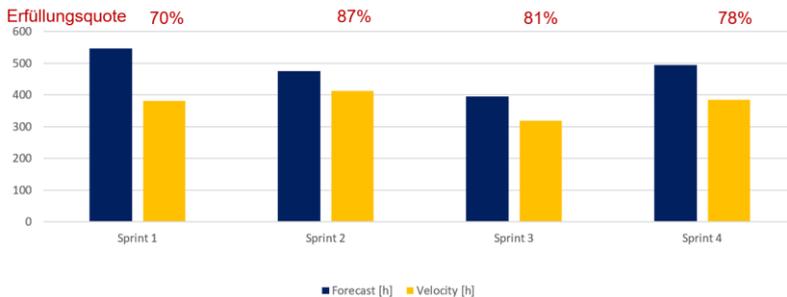


Bild 1: Velocity-Diagramm und Erfüllungsquote zur Ermittlung der Zuverlässigkeit der Sprintzusage eines reifen Teams

4.2 Referenz-Modell

Das Referenz-Modell (s. Bild 2) bildet die Ausgangssituation ab, welche die Zusammenhänge zwischen dem Problem und den zugrundeliegenden Faktoren visualisiert. [17] Die Einflussfaktoren wurden im Rahmen einer Retrospektive ermittelt, bei welcher die Gründe für nicht abgeschlossene Backlog-Items ermittelt wurden. Die Beiträge konnten jeweils den untenstehenden Einflussfaktoren zugeordnet werden. Durch anschließende Priorisierung durch Experten

wurden die Faktoren „Qualität der Aufwandschätzung“ und „Bewusstsein für Vorteile einer guten Sprintzusage“ als die einflussreichsten identifiziert. Deshalb werden für diese beiden Einflussfaktoren konkrete Maßnahmen entwickelt, welche zur Verbesserung der Gesamtsituation führen sollen.

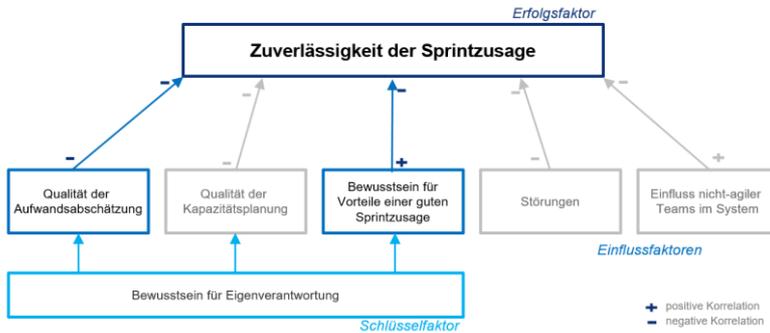


Bild 2: Referenzmodell für Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit von Sprintzusagen

4.3 Analyse der Aufwandsschätzung von Backlog-Items

Zur Untersuchung der Abhängigkeit zwischen Granularität und Umsetzbarkeit von Backlog-Items im Sprint wurden 12445 Backlog-Items ausgewertet. Dafür wurden Backlog-Items anhand der ursprünglichen Aufwandsschätzung in Zeitintervalle zusammengefasst und der Anteil der abgeschlossenen Backlog-Items pro Zeitintervall errechnet (s. Bild 3). Die Analyse bezieht sich über mehrere Sprints und schließt die Backlog-Items aller Teams in der betrachteten Forschungsumgebung mit ein.

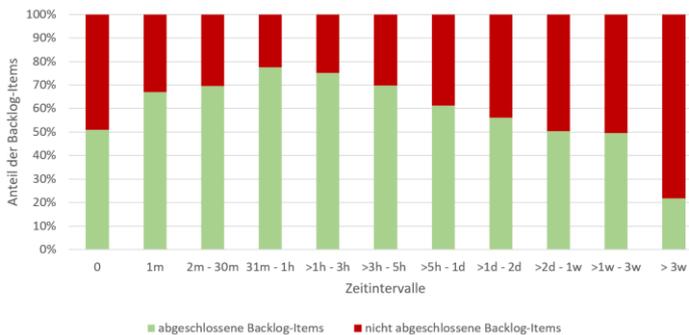


Bild 3: Anteile der abgeschlossenen Backlog-Items pro Zeitintervall

Aus der Analyse geht hervor, dass vor allem eher kleingranulare Backlog-Items mit einer Aufwandsschätzung von unter fünf Stunden mit einem Abschlussanteil von 70 – 77% im Sprintverlauf abgeschlossen werden. Nicht geschätzte (Wert 0; 51% Abschlussquote) Backlog-Items oder solche mit unrealistischer 1-Minuten-Schätzung werden dahingegen seltener abgeschlossen (67% Abschlussquote). Zusätzlich nimmt die Abschlusswahrscheinlichkeit insbesondere bei Backlog-Items mit einer Aufwandsschätzung von mehr als fünf Stunden bei steigender Aufwandsschätzung zunehmend ab. Anhand von einem Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest konnte die statistisch signifikante Abhängigkeit von der Aufwandsschätzung und der Abschlusswahrscheinlichkeit von Backlog-Items belegt werden.

4.4 Vorteile von zuverlässigen Sprintzusagen

Die Analyse hat ergeben, dass zuverlässige Sprintzusagen unerlässlich in einer skalierten, agilen Entwicklungsumgebung sind, die von starken Abhängigkeiten geprägt ist. Von zuverlässigen Sprintzusagen profitieren insbesondere die Schnittstellenbereiche eines Teams, die sich auf dessen zugesagter Zuarbeit verlassen. Ist die Sprintzusage zuverlässig, so können diese Schnittstellenbereiche weiterführende Schritte planen und fristgerecht umsetzen, wodurch ein reibungsloser Entwicklungsprozess ermöglicht wird. Zudem sind die Status von Entwicklungsprojekten bei zuverlässigen Sprintzusagen transparenter. Daher kann rechtzeitig auf drohende Terminverfehlung z.B. durch höhere Priorisierung und Kapazitätsverschiebung reagiert und die fristgerechte Umsetzung neuer Funktionen gewährleistet werden. Somit ist die Umsetzung der Produkt-Roadmap, welche die produkt- und marktbezogene strategische Unternehmensausrichtung beinhaltet, abhängig von der Zuverlässigkeit der Sprintzusagen.

5 Maßnahmen

Die Präskriptive Studie nach der DRM-Methode dient zur Ausarbeitung von Optimierungsansätzen für die ausgewählten Einflussfaktoren [17]. Sowohl der Schlüsselfaktor als auch die beiden adressierten Einflussfaktoren machen es erforderlich, Bewusstsein auf Seiten der Mitarbeiter zu schaffen. Für die bedarfsgerechte Kommunikation wurden interaktive Workshops zur Sensibilisierung der Team-Mitglieder für die Vorteile guter Sprintzusagen und zur Etablierung des Wertes „Eigenverantwortung“ in der Organisation konzipiert und durchgeführt. Aus der Analyse der Aufwandsschätzung geht ein Bedarf zur Schulung der Mitarbeiter hervor, mit dem Ziel, größere Themen in sinnvoll kleine Arbeitspakete zu zerteilen. Hierfür wurde die Methode „User Story Mapping“ nach PATTON [18] testweise in einem Scrum Team angewendet. Hierzu

wurde ein Thema für die beteiligten Fachbereiche gesondert untergliedert. Aus dieser Untergliederung wurden Backlog-Items erstellt und diese mit einer Aufwandsschätzung ergänzt. Um das Bewusstsein für die Vorteile von zuverlässigen Sprintzusagen im betrachteten Firmenumfeld zu steigern, wurde ein Workshopkonzept für Retrospektiven ausgearbeitet und weiteren Scrum Masters als Leitfaden zur Verfügung gestellt. Durch die Sensibilisierung sollten die Teams die Motivation entwickeln, die eigene Zuverlässigkeit der Sprintzusage nachhaltig zu verbessern. Für eine höhere Akzeptanz des Themas werden die folgenden Fragestellungen von den Teilnehmern selbst erarbeitet:

1. Was ist eine zuverlässige Sprintzusage?
2. Warum sind zuverlässige Sprintzusagen für wen wichtig?
3. Wie können wir die Zuverlässigkeit der Sprintzusage steigern?
4. Haben die Maßnahmen tatsächlich zu einer Verbesserung geführt?

Zur Etablierung des Wertes „Eigenverantwortung“ in der Organisation wurde ein stufenweises Vorgehen gewählt, bei welchem zunächst Führungskräfte, dann die Baukasten-Architekten und darauf die Entwickler für das Thema sensibilisiert wurden. Ziel des jeweiligen Workshops ist es, dass die Teilnehmer ein gemeinsames Verständnis für den Wert „Eigenverantwortung“ erhalten und jeder einzelne reflektiert, welchen konkreten Beitrag er zur Förderung von eigenverantwortlichem Verhalten in der Organisation leisten kann.

6 Evaluation

Die Bewertung für das User Story Mapping (s. Bild 4) zeigt, dass das Thema zwar in sinnvoll kleine Backlog-Items unterteilt wurde, der Inhalt jedoch in diesem Rahmen nicht ausreichend geklärt werden konnte. Daraus geht die Notwendigkeit eines Refinements im Anschluss an die User Story Mapping Methode hervor.

	Aussagen zur Bewertung der Methode	Trifft gar nicht zu	Trifft eher nicht zu	Teils teils	Trifft ein bisschen zu	Trifft voll zu	Durchschnitt
		-1	-0,5	0	0,5	1	
1	Das Story Mapping hat mir geholfen, ein umfangliches Verständnis für das Thema zu erhalten.	1		1		2	0,25
2	Mir ist klar geworden, welche Aufgaben ich (mein Team) zur Erfüllung des Themas übernehmen sollten.		1			2	0,5
3	Mir ist klar geworden, welche Abhängigkeiten zwischen meinen Aufgaben (den Aufgaben meines Teams) und den Aufgaben aus anderen Bereichen bestehen.			1	1	1	0,5
4	Die Themen wurden in sinnvoll kleine Backlog-Items unterteilt.			1	1	2	0,625
5	Der Inhalt dieser Backlog-Items ist klar und nachvollziehbar beschrieben.	3			1		-0,625
6	Wir konnten diese Backlog-Items mit einer zuverlässigen Zeitschätzung versehen.		1		2	1	0,375

Bild 4: Bewertung der User Story Mapping Methode

Das oben beschriebene Workshopkonzept zur Sensibilisierung für die Vorteile von zuverlässigen Sprintzusagen wurde im Rahmen einer Retrospektive in einem Entwicklungsteam getestet. Dafür wurde das Konzept individuell an den Kenntnisstand des Teams angepasst. Durch den Perspektivenwechsel zur Frage 2 ist ein umfassendes Bild für die Vorteile von zuverlässigen Sprintzusagen entstanden. Zudem wurde dem Team das Velocity-Diagramm mit den Erfüllungsquoten der vergangenen drei Sprints gezeigt. Anschließend wurden bereits vorab definierte Maßnahmen anhand ihrer Wirksamkeit bewertet und ergänzt.

Aus der anonymen Bewertung der Teilnehmer (s. Bild 5) geht hervor, dass der Workshop das Bewusstsein für zuverlässige Sprintzusagen gesteigert hat und die Teilnehmer aktiv zu einer zuverlässigeren Sprintzusage beitragen möchten. Der eher zurückhaltende Wert bei der linken Frage ist auf die bereits recht hohe Erfüllungsquote von durchschnittliche 84 % zurückzuführen.



Bild 5 Bewertung des Workshops zur Sensibilisierung für die Vorteile von zuverlässigen Sprintzusagen

7 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit untersucht die Zuverlässigkeit der Sprintzusagen im Kontext einer agilen Baukastenentwicklung des Werkzeugmaschinenherstellers TRUMPF. Diese Forschungsumgebung zeichnet sich aufgrund der produktfamilienübergreifenden Entwicklungsweise durch die Abhängigkeiten zwischen Teams aus. Die betrachteten Einflussfaktoren beleuchten jeweils einen Teilaspekt, welcher zu einer zuverlässigeren Sprintzusage beitragen kann. Hierzu wurde eine Analyse durchgeführt, welche die Umsetzbarkeit der Backlog-Items im Sprint in Abhängigkeit zu dem geschätzten Aufwand betrachtet. Daraus geht

hervor, dass ab einer Aufwandsschätzung von mehr als drei Stunden bei zunehmender Zeitschätzung die Abschlusswahrscheinlichkeit der Backlog-Items zunehmend sinkt. Für die Unterteilung größerer Themen erscheint die Methode des User Story Mappings hilfreich. Zur Ergänzung sollte geprüft werden, inwiefern ein anschließendes Refinement eine bessere Aufwandsschätzung begünstigen könnte. Des Weiteren ist zu analysieren, ob das Workshopkonzept zur Bewusstseinssteigerung durch das Ausrollen auf alle Teams im Forschungsumfeld zu einer nachweislichen Verbesserung der bereichsübergreifenden Zuverlässigkeit der Sprintzusage führt. Neben dem Vorteil der besseren Planbarkeit von Entwicklungsprojekten, könnte durch das Konsolidieren der Beiträge aus den Workshops ein ganzheitliches Bild über die Vorteile zuverlässiger Sprintzusagen in der Forschungsumgebung ermittelt werden. Zudem könnten die Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit der Sprintzusage der nicht betrachteten Einflussfaktoren des Referenzmodells näher untersucht werden.

1 Literaturangaben

- [1] Ropohl, G.: „Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik“, KIT Scientific Publishing, s.l., 2009.
- [2] Albers, A., Bursac, N. u. Wintergerst, E.: „Produktgenerationsentwicklung - Bedeutung und Herausforderung aus einer entwicklungsmethodischen Perspektive“, 2015.
- [3] Albers, A., et al.: „The Reference System in the Model of PGE: Proposing a Generalized Description of Reference Products and their Interrelations“, Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 2019.
- [4] Feldhusen, J. u. Grote, K.-H.: „Pahl/Beitz Konstruktionslehre“, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [5] Ponn, J. u. Lindemann, U.: „Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte“, Springer, Berlin/ Heidelberg, 2011.
- [6] Albers, A., et al.: „Coping with Complex Systems-of-Systems in the Context of PGE – Product Generation Engineering“, Procedia CIRP, 2018.
- [7] Göpfert, J. u. Steinbrecher, M.: „Modulare Produktentwicklung leistet mehr: Warum Produktarchitektur und Projektorganisation gemeinsam gestaltet werden müssen“, Harvard Business Manager, 2000.

-
- [8] Albers, A., et al.: „Agile Systems Design: Sie wollen nicht nur über Agilität reden, sondern wirklich agil sein. Wir helfen Ihnen dabei mit ASD“, 2018.
- [9] Schwaber, K. u. Sutherland, J.: „The Scrum Guide: Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln“, 2017.
- [10] Hanschke, I.: „Agile Planung - nur so viel planen wie nötig“, Wirtschaftsinformatik & Management, 2016.
- [11] Mahnic, V.: „A Case Study on Agile Estimating and Planning using Scrum“, 2011.
- [12] Karlesky, M. u. Vander Voord, M.: „Agile Project Management“, Embedded Systems Conference Boston, 2008.
- [13] Downey, S. u. Sutherland, J.: „Scrum Metrics for Hyperproductive Teams: How They Fly like Fighter Aircraft“, 46th Hawaii International Conference on System Science, 2013.
- [14] Sharp, H. u. Hall, T.: „Agile Processes, in Software Engineering, and Extreme Programming“, 17th International Conference, XP, Springer International Publishing, Cham, 2016.
- [15] Usman, M., et al.: „Effort Estimation in Agile Software Development“, Proceedings of the 10th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, 2014.
- [16] Liskin, O., et al.: „Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: Why We Need a Granularity Concept for User Stories“, 15th International Conference, Springer International Publishing, Cham, 2014.
- [17] Blessing, L. T.M. u. Chakrabarti, A.: „DRM, a Design Research Methodology“, Springer, London, 2009.
- [18] Patton, J.: „User story mapping“, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2014.