Ergebnisse der Validierung des Port- und Skizzenmodells

Martin Grundel M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Jutta Abulawi

Hamburg, den 17.06.2016

1 Einleitung

In diesem Paper findet eine detaillierte Darstellung und Interpretation der Ergebnisse der Erprobung des Skizzen-Port-Modells (SkiPo) im Wintersemester 2015/16 an der HAW Hamburg statt. Dieses Paper stellt eine Erweiterung der Veröffentlichungen [GA16a], [GA16b], [GAL15] und [GA15] dar, die auf den Aufbau und die Anwendung des SkiPo eingehen.

Den Autoren ist es wichtig, regelmäßiges Feedback zum SkiPo von Außenstehenden zu bekommen. Eine Möglichkeit hierfür ist, das SkiPo von Studenten im Rahmen von Lehrveranstaltungen anwenden zu lassen und die Rückmeldungen der Studenten zu dokumentieren. Ziel dieses inkrementellen Vorgehens ist ein Modell zu erschaffen, dass dem späteren Anwender gerecht wird.

Im Folgenden wird eine kurze Beschreibung des SkiPo gegeben. Es folgen die detaillierten Ergebnisse der Erprobung sowie ein Fazit dieses Erprobungsdurchgangs.

2 Zusammenfassung

2.1 Skizzen-Port-Modell

Beim SkiPo handelt es sich um ein hybrides Modell für die Entwicklung mechanischer und mechatronischer Systeme. Hintergrund für die Entwicklung ist das Ziel, die derzeitig bestehende Lücke zwischen abstrakten Funktionsmodellen und sehr konkreten, geometrie-orientierten 3D-CAD-Modellen zu überbrücken [GA16a] [GA16b]. Das SkiPo-Modell beschreibt die Interaktionen zwischen den Komponenten eines Systems basierend auf dessen Material-, Energie- und Signalflüssen. Ergänzt wird diese abstrakte Darstellung mit Skizzen, die wichtige Konstruktionsentscheidungen in einer strukturierten, semi-standardisierten Weise dokumentieren. Ein Beispiel zum Skizzen-Port-Modell befindet sich im Anhang.

2.2 Ergebnisse der Erprobung

An der HAW Hamburg wurden in den Lehrveranstaltungen „Systems Engineering“ (Pflichtmodul in den Masterstudiengängen Fahrzeugbau und Flugzeugbau) und „Konstruktion Maschinenelemente“ (Projektorientiertes Pflichtmodul im Bachelorstudium Flugzeugbau) Teilaspekte des SkiPo-Modells von Studierendenteams genutzt und beurteilt. Die Bachelorstudenten setzten die Skizziermethode in ihren Konstruktionsprojekten ein, während die Masterstudenten das Portmodell zur Definition ihrer Systemarchitekturen verwendeten. Die überwiegend positiven Rückmeldungen der Studierenden zeigen die Unterstützungsfähigkeit der beiden Modellierungsansätze. Dies zeigt sich auch beim Vergleich der Arbeitsergebnisse der beiden Semestergruppen mit Gruppen, die in den Jahren zuvor ohne diese Methoden ähnliche Aufgaben bearbeitet hatten. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl der Lehrveranstaltung sind die Ergebnisse allerdings nicht repräsentativ.

3 SkiPo Erprobung

Diese Datenerhebung fand in zwei separaten Gruppen aus Studenten statt, die jeweils einen Teilaspekt des SkiPo nutzten. Die Masterstudenten haben ein neuartiges Portmodell zur Definition ihrer Systemarchitektur und die Bachelorstudenten haben eine Skizziermethode für ihre Konstruktionsprojekte genutzt.

In beiden Fällen wurde am Ende des Semesters mithilfe eines standardisierten Fragebogen ein Feedback der Studenten erfragt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden mit den Beobachtungen der Autoren verglichen und diskutiert.

3.1 Portmodell

Im Wintersemester 2015/16 haben an der HAW Hamburg im Rahmen der Lehrveranstaltung „Systems Engineering“ (Pflichtmodul in den Masterstudiengängen Fahrzeugbau und Flugzeugbau) 51 Studenten ganzsemestrige Projekte aus dem Bereich Flugzeug- und Fahrzeugbau bearbeitet. Hierbei waren diese angehalten das Portmodell im Rahmen der Findung der Systemarchitektur einzusetzen. Die Studenten wurden im Rahmen einer dreistündigen Veranstaltung in die Thematik eingewiesen und haben erste Erfahrungen im praktischen Einsatz mit dem Portmodell gesammelt, indem sie die neue Methode direkt praktisch auf ihr Projekt anwenden konnten. Die Studenten konnten dabei jederzeit Rückfragen an die Autoren stellen.

Am Ende des Semesters wurde von 27 Studenten ein Evaluierungsbogen zum Portmodell abgegeben. Der Fragebogen besteht aus 18 Fragen. Dabei bezogen sich 8 Fragen auf ein Feedback hinsichtlich der Vermittlung des Inhalts und 10 Fragen auf die Methode an sich. Der Fragebogen ist im Anhang dieses Papers abgedruckt.

3.1.1 Darstellung der Fragebogenergebnisse für das Portmodell

Tabelle 1 zeigt die ausgewerteten Ergebnisse der Umfrage. Dargestellt sind der Mittelwert und die Standardabweichung je Frage. Die meisten Studenten gaben an, mit der Methode im Allgemeinen gut zurechtgekommen zu sein. Vielen hat das Portmodell beim Verständnis ihres Systems geholfen. Das Ausarbeiten von Subsystemen bzw. Komponenten im Kontext des Gesamtsystems wurde ebenfalls positiv bewertet. Widersprüche lassen sich nach Aussage der Studenten gut mit der Portmethode erkennen. Nur ein Teil der Studenten nutzte die Methode, um Verbesserungspotentiale zu erkennen.

#	Fragestellung	Mittel-wert	Standard-abweichung
9	Ich bin mit der Anwendung der Methode im Allgemeinen gut zurechtgekommen.	2,36	0,82
10	Das Portmodell erlaubt, ein System in seiner Gesamtheit schneller zu verstehen.	2,23	0,87
11	Das Portmodell erlaubt, einzelne Lösungselemente unter Berücksichtigung des Gesamtsystems besser zu gestalten und zu bearbeiten.	2,41	0,80
12	Das Portmodell hilft, Widersprüche in der Systemmodellierung aufzudecken („Passen alle Lösungen zusammen?“)	2,23	0,61
13	Das Portmodell hilft, Verbesserungspotentiale in einzelnen Lösungen zu erkennen. („Gibt es einen einfacheren Weg zur Gesamtlösung?“)	3,00	0,86
14	Das Portmodell hat die Kommunikation in meinem Team unterstützt.	3,18	1,04
15	Das Portmodell hat die Kommunikation mit Menschen außerhalb meines Teams unterstützt.	3,86	0,94
16	Ich beurteile die Methode als hilfreich für mein Projekt.	2,23	0,94
17	Ich beurteile die Methode als praxisnah in Bezug auf mein Projekt.	2,41	1,02
18	Die Anwendung des Portmodells halte ich auch bei kleinen, überschaubaren Projekten für sinnvoll.	2,32	0,93

(1) Stimme voll zu (2) Stimme teilw. zu (3) Neutral (4) Stimme kaum zu (5) Stimme gar nicht zu

Tabelle 1: Ergebnisse der Studentenbefragung zum Portmodell nach Beendigung der Projekte[1]

Die Unterstützung der teaminternen Kommunikation wird ebenso eher neutral gesehen. Hier fällt allerdings die große Standardabweichung auf, die auf divergierende Aussagen unter den Studenten hinweist. Als schlecht wurde die Verbesserung der Kommunikation mit Externen gesehen. Dass die Methode hilfreich ist, wird im Mittel zugestimmt. Die Methode wird von den Studenten hinsichtlich der Praxisnähe als positiv beurteilt. Die Studenten halten den Einsatz des Portmodells auch bei kleineren Projekten für sinnvoll.

[1] Die Ergebnisse sind aufgrund der kleinen Stichprobe nicht repräsentativ

3.1.2 Beobachtungen der Autoren

Die Studenten erhielten in der Eingangsveranstaltung nach einer Erklärung der Modellierungsmethode als Anschauungsbeispiel das Portmodell eines Hilfstriebwerks eines Verkehrsflugzeugs. Ein Student entdeckte nach 30s einen inhaltlichen Fehler. Dies zeigt, dass das Portmodell sehr gut dazu geeignet ist, um ein Gesamtsystem schnell und intuitiv zu verstehen und die Plausibilität der abgebildeten Informationen zu überprüfen. Dies bestätigt auch die These, dass das Portmodell die Kommunikation mit nicht im Thema befindlichen Leuten (Externen) erleichtert.

In der Einführungsveranstaltung gab es im praktischen Teil in den Projektgruppen der Studenten eine rege Diskussion über den Aufbau ihrer Systeme. Hierbei handelte es sich vor allem um die Frage, wie die Ports in verschiedenen Subsystemen beschaffen sein müssen. Häufig waren sich die Studenten einig, dass eine bestimmte Funktion benötigt wird und hatten sogar ein einheitliches Bild über die praktische Umsetzung (Lösung) dieser Funktion, aber wo dies genau in der Systemarchitektur geschieht, darüber gab es verschiedene Meinungen. In allen Teams wurden durch die Anwendung des Portmodells kleinere oder sogar auch größere Unvollständigkeiten bzw. Inkonsistenzen entdeckt, die dann gemeinsam geklärt werden konnten. Diese Diskussionen haben damit Verbesserungspotentiale in ihren Systemen aufgezeigt, die dann im Team abgewägt wurden. Die teaminterne Kommunikation ist aus Sicht der Beobachter durch die Verwendung des Portmodells deutlich unterstützt worden.

In den regelmäßigen Treffen zum Projektstand fiel auf, dass die Teams das Portmodell unterschiedlich intensiv genutzt haben. Je intensiver die Teams das Portmodell genutzt haben, desto einheitlicher war das Verständnis der Studenten über deren Systemarchitektur und desto besser konnte das Team mit dem Betreuer über diese diskutieren. Durch die Anwendung des Portmodells wurden die Studenten systematisch zu einem Vorgehen nach dem Top-Down-Ansatz angehalten. Folglich wird durch den Einsatz des Portmodells der Kerngedanke des Systems Engineering unterstützt. Die in der Befragung am schlechtesten bewertete Frage über die Kommunikation mit Externen lässt sich darauf zurückführen, dass in diesem Durchgang der Lehrveranstaltung keine Industrieprojekte bearbeitet worden sind. Die Autoren waren damit die einzigen Nichtteammitglieder, denen die Projekte vorgestellt wurden.

Die am Ende des Semesters abgegeben Projektberichte zeigen, je mehr die Studenten das Portmodell genutzt haben, desto besser war die Qualität des Projektberichts. Bei primär informationsverarbeitenden Systemen konnte keine Verbesserung festgestellt werden. Diese Gruppen haben vielfach das Portmodell der SysML genutzt, da es für ihre Zwecke passender war. In den Gruppen, in denen das Portmodell nicht korrekt verstanden und angewendet wurde, zeigten sich am Ende noch deutliche Verbesserungspotentiale in ihren Systemarchitekturen. Durch die Verwendung des Portmodells kam es bei den Studenten zu einem gefühlten, höheren Arbeitsaufwand. Die Detailuntersuchung von Schnittstellen ist mühsam und wird deswegen bevorzugt oberflächlich oder gar nicht durchgeführt. Die Methode der Portmodellierung zwingt in der frühen Phase zur konkreten,

umsatzorientierten Analyse, was als Belastung empfunden werden kann, sich aber in jedem Fall durch den früheren Erkenntnisgewinn auszahlt (Frontloadingeffekt).

3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für das Portmodell

Die von den Studenten mehrheitlich positiv reflektierten Fragen konnten auch aus der Beobachtung heraus positiv bewertet werden. Bei den Fragen 13, 14 und 15 ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Antworten und den Beobachtungen der Autoren festzustellen. Der Unterschied in der Wahrnehmung wird von den Autoren darauf zurückgeführt, dass es nicht allen Studenten möglich war, auf Erfahrungen aus anderen Projekten mit konstruktivem Hintergrund zurückzugreifen. Besonders in den Teams, bei denen die interne Kommunikation laut Antwort der Studenten nicht gefördert wurde, ließ sich feststellen, dass dort häufig das Projekt frühzeitig in Aufgaben zerlegt wurde und die Studenten diese unabhängig voneinander bearbeiteten. In diesen Teams kam es daher kaum zu einer teaminternen Abstimmung.

Die allgemeine Zurückhaltung der Studenten hinsichtlich des Portmodells ist zum Teil auch auf die Projekte der Studenten zurückzuführen, von denen einige nur Informationsflüsse im System hatten. In diesen Projekten konnte das Portmodell keine deutlichen Vorteile für die Studenten erzeugen.

Die am Ende des Semesters eingereichten Projektberichte zeigten eine Verbesserung des methodischen Vorgehens der Studenten gegenüber Vorjahren, in denen ohne Portmodell vergleichbare Aufgaben bearbeitet wurden. Je intensiver die Studenten das Portmodell genutzt haben, desto plausibler und ausgereifter war die definierte Systemarchitektur.

3.2 Skizziermethode

Im Wintersemester 2015/16 haben 46 Flugzeugbaustudenten an der HAW Hamburg im Rahmen der Lehrveranstaltung „Konstruktion Maschinenelemente“ (Projektorientiertes Modul im Bachelorstudium Flugzeugbau) ganzsemestrig Konstruktionsprojekte aus dem Bereich Flugzeugbau bearbeitet. Die Skizziermethode wurde hierbei für die Konzeptfindung und –ausarbeitung von den Studenten verwendet. Die Studenten wurden im Rahmen einer 1,5 stündigen Veranstaltung in die Thematik der Skizzenexplizierung eingewiesen. Den Studenten stand zum Explizieren der Skizzeninhalte eine PowerPoint-basierte Assistenz zur Verfügung, die eine schnelle Skizzenbearbeitung ermöglichte. Ferner sind in dieser Assistenz Such- sowie Filterfunktionen für die explizierten Inhalte verfügbar.

Am Ende des Semesters wurde den Studenten ein Evaluierungsbogen zur Skizziermethode gegeben. Der Fragebogen besteht aus 27 Fragen. Dabei bezogen sich 8 Fragen auf ein Feedback hinsichtlich der Vermittlung des Inhalts und 13 Fragen auf die Methode und die Assistenz an sich. Es wurden außerdem 3 Fragenpaare zur Zufriedenheit, in Anlehnung an das Kano-Modell[2], hinsichtlich der Assistenz gestellt. Den Fragebogen haben 22 Studenten vollständig ausgefüllt und zurückgegeben. Der Fragebogen ist im Anhang dieses Papers abgedruckt.

3.2.1 Darstellung der Fragebogenergebnisse für die Skizziermethode

Tabelle 2 zeigt die Fragen sowie die Mittelwerte und Standardabweichungen zu diesen. Die Studenten sind mit der Skizziermethode gut zurechtgekommen. Die Skizziermethode erleichterte es ihnen, die im Team erarbeiteten Ergebnisse festzuhalten. Das Ausdetaillieren wurde durch den Einsatz der Skizziermethode vereinfachte. Dies gilt ebenso für die Möglichkeit, frühzeitig Widersprüche im zu entwickelnden System zu entdecken und das System zu verbessern. Die Kommunikationsunterstützung im Team durch die Skizzenexplizierung ist bei gemittelter Betrachtung neutral bewertet. Es fällt aber die hohe Standardabweichung auf. In den Rohdaten ist erkennbar, dass es zwei Studentengruppen zu geben scheint. Die eine Gruppe sah die Kommunikation sehr und die andere gar nicht unterstützt. Ähnliches gilt für die Kommunikation mit Externen wie z. B. dem Industrieprojektpartner.

[2] Das Kano-Modell wird zur Ermittlung von Kundenwünschen eingesetzt. Es werden Basis-, Leistungs- und Begeisterungsmerkmale für die Kunden identifiziert [Höl07].

#	Fragestellung	Mittel-wert	Standard-abweichung
9	Ich bin mit der Anwendung der Methode im Allgemeinen gut zurechtgekommen.	1,82	0,59
10	Die Skizziermethode erleichtert das Festhalten eines Lösungskonzeptes.	1,82	0,66
11	Die Skizziermethode vereinfacht das Ausarbeiten von wichtigen Details, wie beispielsweise Constraints.	2,41	0,59
12	Die Skizziermethode hilft, Widersprüche in der Gestaltung von Lösungen zu erkennen.	2,55	0,80
13	Die Skizziermethode hilft, Verbesserungspotentiale in diesen Lösungen zu erkennen.	2,50	0,74
14	Die Skizziermethode hat die Kommunikation in meinem Team unterstützt.	3,18	1,40
15	Die Skizziermethode hat die Kommunikation mit Menschen außerhalb meines Teams unterstützt.	2,95	1,17
16	Ich beurteile die Methode war hilfreich für mein Projekt.	2,00	0,76
17	Ich beurteile die Methode für mein Projekt als praxisnah.	2,41	1,05
18	Die Anwendung der Skizziermethode halte ich auch bei kleinen, überschaubaren Projekten für sinnvoll.	2,32	0,99
19	Das PowerPoint-Tool ließ sich intuitiv anwenden.	1,77	0,69
20	Das PowerPoint-Tool erleichtert das Einbetten von Informationen in Skizzen gegenüber dem Einzeichnen der Informationen auf dem Papier.	1,91	0,68
21	Das PowerPoint-Tool erleichtert das Übertragen von Details, wie beispielsweise Constraints, ins CAD.	2,77	0,81

(1) Stimme voll zu (2) Stimme teilw. zu (3) Neutral (4) Stimme kaum zu (5) Stimme gar nicht zu

Tabelle 2: Ergebnisse der Studentenbefragung zur Skizziermethode nach Beendigung der Projekte[3]

Die Studenten sahen die Methode für ihr Projekt als hilfreich an. Eine Praxisnähe wurde von den Studenten bestätigt. Es fällt aber wieder eine relativ hohe Standardabweichung auf, die auf eine indifferente Sicht unter den Studenten hindeutet. Ähnliches gilt für die Einschätzung der Studenten, ob die Skizziermethode auch für kleinere Projekte sinnvoll erscheint. Die Studenten fanden die PowerPoint-Assistenz intuitiv und stützen die These, dass das Explizieren mit der Assistenz leichter ist, als auf Papier. Die Studenten sahen eine Unterstützung bei der CAD-Umsetzung ihres Systems.

Über je ein funktionales und dysfunktionales Fragenpaar sind Aussagen zur Kommentar-, Filter- sowie der Textsuchfunktion der Assistenz nach dem Kano-Prinzip [Höl07] erhoben worden. Abbildung 1 zeigt eine Tabelle wie aus den Antworten zu je einem Fragenpaar eine Bewertung abgeleitet wird.

[3] Die Ergebnisse sind aufgrund der kleinen Stichprobe nicht repräsentativ

			dysfunktional				
			1	2	3	4	5
funktional	Das würde mich sehr freuen	1	Q	A	A	A	O
	Das setze ich voraus	2	R	I	I	I	M
	Das ist mir egal	3	R	I	I	I	M
	Das könnte ich evtl. in Kauf nehmen	4	R	I	I	I	M
	Das würde mich sehr stören	5	R	R	R	R	Q

A = Begeisterungsfaktor
O = Leistungsfaktor
M = Basisfaktor
I = Irrelevant
R = Nicht erwünscht / eher gegenteilig
Q = falsch / nicht möglich

Abbildung 1: Bewertungs-Kombinationsmöglichkeiten beim Kano-Fragebogen [Oel15]

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Befragung nach dem Kano-Prinzip dargestellt [Höl07]. Die Kommentarfunktion sehen sechs Studenten als irrelevant an. Drei sehen diese als eine Basis-, neun als eine Leistungs- und zwei als Begeisterungsanforderung. Die Filterfunktion wird von der Hälfte, also elf Studenten, als irrelevant bewertet. Einer bewertet diese als Basis-, vier als Leistungs- und weitere vier als Begeisterungsfunktion. Die Textsuche wird von zehn Studenten irrelevant und von zwei Studenten als Basisanforderung gesehen. Vier Studenten sehen hier drin eine Leistungs- und drei eine Begeisterungsanforderung. Ein Student erteilte der Textsuchfunktion eine Zurückweisung.

	Falsch	Irrelevant	Basis	Leistung	Begeis-terung	Nicht erwünscht
Kommentarfunktion	0	6	3	9	2	0
Filterfunktion für Explizierungstypen	0	11	1	4	4	0
Textsuche nach Explizierungen	0	10	2	4	3	1

Tabelle 3: Ergebnisse der Fragenpaare nach dem Kano-Prinzip zur PowerPoint Assistenz nach Beendigung der Projekte[4]

3.2.2 Beobachtungen der Autoren

In den regelmäßigen Projekttreffen mit den Autoren zeigte sich, dass die Studenten, die mit der Skizziermethode gearbeitet hatten, sich bereits in einer früheren Projektphase über wichtige Konstruktions- und Geometriedetails Gedanken gemacht hatten. Im Vergleich mit früheren Durchgängen wurde festgestellt, dass teaminterne Einigungsprozesse früher angestoßen wurden. Die Gruppen zeigten in den Treffen ein einheitlicheres Systemverständnis als sonst. Alle Studenten schienen jeweils voll im Bilde über das

[4] Die Ergebnisse sind aufgrund der kleinen Stichprobe nicht repräsentativ

aktuelle Projekt zu sein. Bei mangelnden Werkstoffkundekenntnissen auf Seite der Studenten konnte mit Hilfe der Skizzen in den Projekttreffen viel besser entgegen gewirkt werden. Schon sehr früh boten die Skizzen die Diskussionsgrundlage für wichtige Strategien zur Werkstoffauswahl. Dies gilt sowohl für die Auswahl eines optimalen Werkstoffes für Einzelteile wie auch für die Harmonisierung von Werkstoffkombinationen benachbarter Bauteile (Korrosion, etc.).

In den Projekttreffen mit den Industriepartnern erwies sich die Skizziermethode aus Sicht der Autoren als sehr hilfreich. Die Studenten, die Elemente der Skizziermethode in ihre Präsentationen eingebaut hatten, konnten die Funktionen und die Konzeptdetails ihres Projektes den Industrievertretern besser verständlich machen und regten so Diskussion an.

Aus Sicht der Autoren basieren die zurückhaltenden Bewertungen hinsichtlich der Kommunikation innerhalb des Teams, sowie mit Externen, vor allem darin, dass es keinen Zwang gab, die Skizziermethode zu nutzen. Ein paar Gruppen haben die Methode daher nur sehr rudimentär eingesetzt. Teilweise hat auch ein Student der Gruppe alleine die Skizziermethode angewandt und nicht mit seinen Kollegen darüber gesprochen. Es ließ sich eine allgemeine Scheu bezogen auf die Verwendung von Skizzen feststellen. Die Teams, die es genutzt haben, haben den Mehrwert erkannt und auch zurückgemeldet. Diese Beobachtung deckt sich mit der bei der Auswertung gewonnenen Erkenntnis, dass es bei diesen beiden Fragen zwei Lager unter den Studenten gab.

In den Abschlussberichten einiger Teams war klar zur erkennen, dass sie die Strategien für den Aufbau ihrer parametrisch-assoziativen CAD-Modelle anhand der Skizzen entwickelt und erfolgreich in das CAD-System übernommen haben. Es kamen wesentlich weniger Fragen zum CAD-Modellaufbau hoch. Es ließ sich feststellen, dass die Qualität der CAD-Modelle und der Projektergebnisse im Vergleich zu den Bisherigen besser waren.

3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für die Skizziermethode

Die von den Studenten mehrheitlich positiv bewerteten Fragen decken sich mit den Beobachtungen der Autoren. Bei den Fragen 14 und 15, die von den Studenten mit neutral als am schlechtesten bewertet worden sind, ist ein deutlicher Unterschied zu den Beobachtungen der Autoren festzustellen. Eine Erklärung für die Diskrepanz zwischen der Befragung und der Beobachtung könnte darin liegen, dass es für viele Studenten das erste Projekt war, das von ihnen ein konstruktionsmethodisches Vorgehen verlangte. Neben der Scheu Skizzen einzusetzen, könnte es folglich an Erfahrungen für die Beurteilung der Fragen mangeln. Dies könnte auch dazu geführt haben, dass das eigene Handeln und die Kommunikationsunterstützung, wie es beobachtet worden ist, von den Studenten selber nicht so wahrgenommen wurde.

Die Kanobefragung zeigt, dass die in der Assistenz angebotenen Hauptfunktionen und deren Umsetzung die Studenten nicht gestört haben. Es gab lediglich eine Zurückweisung, bei der unklar bleibt, ob die Antwort gewollt war, oder ob sich der Student ggf. verlesen bzw. beim Ankreuzen vertan hat. Viele Studenten äußern sich neutral und ihre Antwort

erscheint in der Auswertung als irrelevant bezüglich der Funktionen. Z. B. schätzen sie eine Funktion, aber wäre diese nicht vorhanden, würden sie diese auch nicht vermissen. Jeweils die Hälfte oder mehr hat das Vorhandensein der Funktionen (sehr) begrüßt und es würde diese (sehr) stören, wenn diese nicht verfügbar wären (Basis, Leistung, Begeisterung). Daraus kann geschlossen werden, dass die programmierte Assistenz für die Anwendung der Skizziermethode gut geeignet ist.

4 Fazit und Ausblick

Die hier präsentierten Ergebnisse ermutigen, den SkiPo-Ansatz weiter zu verfolgen. Es konnte gezeigt werden, dass beide Teilaspekte in der Lage sind, die Kommunikation innerhalb der Studententeams und mit externen Projektpartnern zu fördern. Die Projektergebnisse (technische Systemspezifikationen für neuartige Flugzeug- und Fahrzeugsysteme und mechanische Konstruktionen im Flugzeugbau) weisen darüber hinaus eine bessere Qualität auf.

Es zeigt sich, dass der früher übliche Bestandteil des Skizzierens in der Ingenieursausbildung stark reduziert wurde und damit etwas Bewährtes irrtümlicherweise verloren gegangen ist.

Die Ergebnisse dieser Tests sind für die Fortsetzung der Arbeit am SkiPo-Modell ermutigend. Ziel ist es als nächstes den Einsatz des kompletten SkiPo-Modells zu validieren. Hierfür wird momentan an einer Erweiterung von MS Visio programmiert, die beim Erstellen des SkiPo-Modells unterstützen soll.

5 Literaturverzeichnis

[GA16a] Grundel, M.; Abulawi, J.: SkiPo – Ein skizzen- und portbasiertes Modell für die Entwicklung von mechanischen Systemen. Beitrag auf der Entwerfen Entwickeln Erleben 2016 am 30.06. und 01.07.2016 in Dresden.

[GA16b] Grundel, M.; Abulawi, J.: SkiPo – a sketch and flow based model to develop mechanical systems. Beitrag auf dem INCOSE International Symposium vom 18.07. bis 21.07.2016 in Edinburgh, Schottland.

[GA15] Grundel, M.; Abulawi, J.: Ein Ansatz zur formalen, inhaltlichen Konsistenzprüfung von mechanischen Systemen. Beitrag auf dem Tag des Systems Engineering 2015 vom 11.11. bis 13.11.2015 in Dresden. ISBN 9783446447295

[GAL15] Grundel, M.; Abulawi, J.; Loewner, J.: Skizzen mit formalisierten Informationen anreichern. Beitrag auf dem Tag des Systems Engineering 2015 vom 11.11. bis 13.11.2015 in Dresden. ISBN 9783446447295

[Höl07] Hölzing, J. A.: Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung – Eine theoretische und empirische Überprüfung. Dissertation, Universität Mannheim, Gabler, 2007

[Oel15] Oellrich, M.: Webbasierte Konstruktionsmethoden-Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung. Dissertation, Helmut Schmidt University Hamburg, Shaker Verlag, 2015

6 Kontaktinformation

Martin Grundel M.Sc.

Helmut-Schmidt-Universität

Holstenhofweg 85

22043 Hamburg

Martin.grundel@hsu-hh.de

Prof. Dr.-Ing. Jutta Abulawi

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

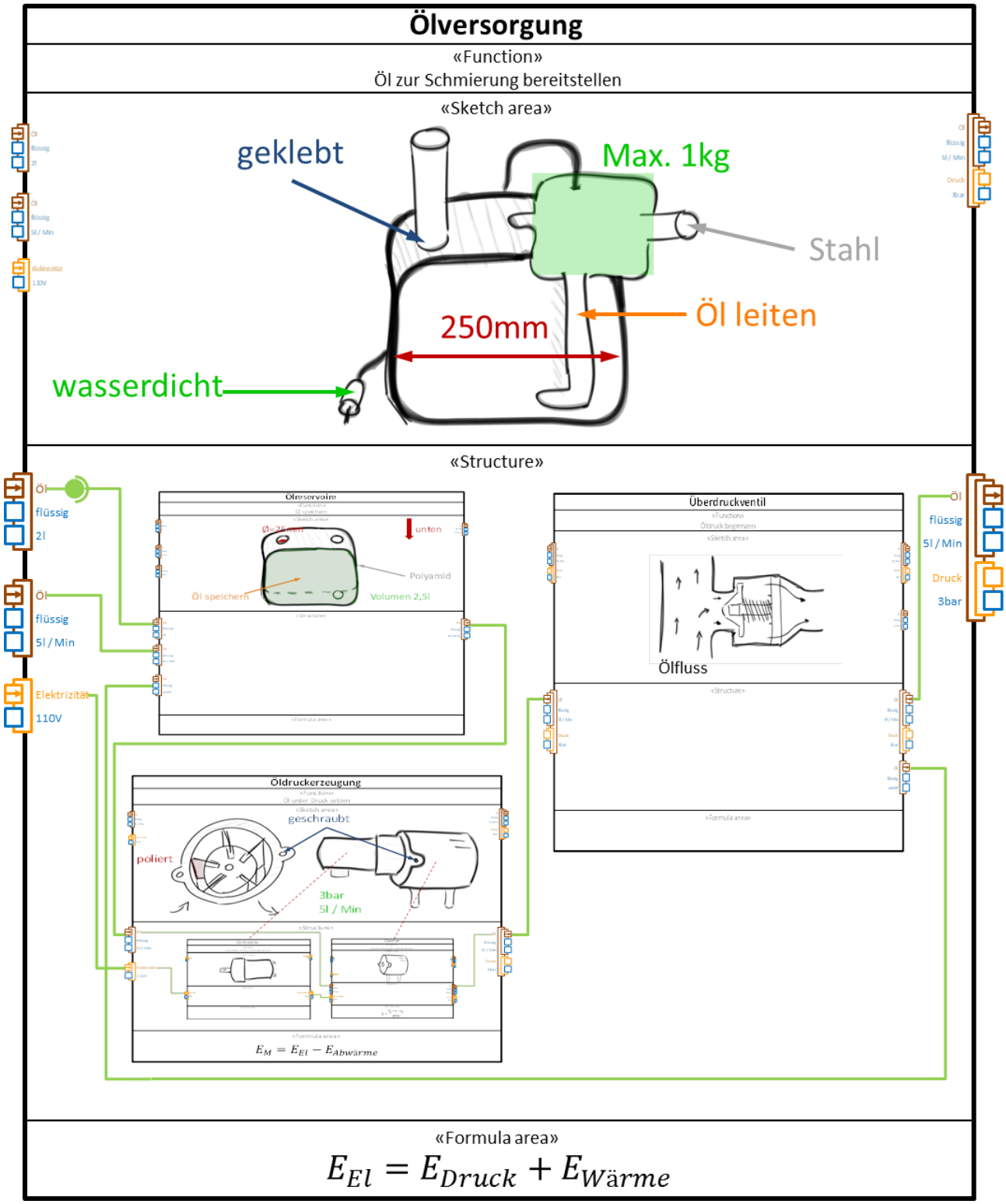
Berliner Tor 5

20099 Hamburg

Jutta.abulawi@haw-hamburg.de

7 Anhang

Bei der folgenden Abbildung handelt es sich um den Neuentwurf der Ölversorgung für eine Flugzeughilfsturbine mit dem SkiPo. Erläuterungen finden Sie in [AG16a] und [AG16b].



Fragebogen **Portmodell**

Wintersemester 2015/2016

	Stimme **voll zu**	Stimme teilw. zu	Neutral	Stimme kaum zu	Stimme **gar nicht zu**
Vermittlung und Verständlichkeit der Methode					
Die Arbeit mit dem Portmodell ist mir durch den Vortrag und die Übung verständlich geworden.	( )	( )	( )	( )	( )
Die dabei verwendeten Beispiele sind zweckmäßig und illustrieren die Methode anschaulich.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu abstrakt.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu komplex.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu einfach.	( )	( )	( )	( )	( )
Weitere Beispiele wären hilfreich gewesen.	( )	( )	( )	( )	( )
Das zur Verfügung gestellte Material ist als „Nachschlagewerk“ geeignet	( )	( )	( )	( )	( )
Alle Begrifflichkeiten sind ausreichend erläutert worden.	( )	( )	( )	( )	( )
Anwendung der Methode					
Ich bin mit der Anwendung der Methode im Allgemeinen gut zurechtgekommen.	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell erlaubt, ein System in seiner Gesamtheit schneller zu verstehen.	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell erlaubt, einzelne Lösungselemente unter Berücksichtigung des Gesamtsystems besser zu gestalten und zu bearbeiten.	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell hilft, Widersprüche in der Systemmodellierung aufzudecken („Passen alle Lösungen zusammen?“)	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell hilft, Verbesserungspotentiale in einzelnen Lösungen zu erkennen. („Gibt es einen einfacheren Weg zur Gesamtlösung?“)	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell hat die Kommunikation in meinem Team unterstützt.	( )	( )	( )	( )	( )
Das Portmodell hat die Kommunikation mit Menschen außerhalb meines Teams unterstützt.	( )	( )	( )	( )	( )
Ich beurteile die Methode als hilfreich für mein Projekt.	( )	( )	( )	( )	( )
Ich beurteile die Methode als praxisnah in Bezug auf mein Projekt.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Anwendung des Portmodells halte ich auch bei kleinen, überschaubaren Projekten für sinnvoll.	( )	( )	( )	( )	( )

Kommentare und Anregungen

Fragebogen **Skizziermethode** mit **PowerPoint-Tool**

Wintersemester 2015/2016

	Stimme **voll zu**	Stimme teilw. zu	Neutral	Stimme kaum zu	Stimme **gar nicht zu**
Vermittlung und Verständlichkeit der Methode					
Die Arbeit mit der Skizziermethode ist mir durch den Vortrag und die Übung verständlich geworden.	( )	( )	( )	( )	( )
Die dabei verwendeten Beispiele sind zweckmäßig und illustrieren die Methode anschaulich.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu abstrakt.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu komplex.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Beispiele waren zu einfach.	( )	( )	( )	( )	( )
Weitere Beispiele wären hilfreich gewesen.	( )	( )	( )	( )	( )
Das zur Verfügung gestellte Material ist als „Nachschlagewerk“ geeignet	( )	( )	( )	( )	( )
Alle Begrifflichkeiten sind ausreichend erläutert worden.	( )	( )	( )	( )	( )
Anwendung der Methode					
Ich bin mit der Anwendung der Methode im Allgemeinen gut zurechtgekommen.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode erleichtert das Festhalten eines Lösungskonzeptes.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode vereinfacht das Ausarbeiten von wichtigen Details, wie beispielsweise Constraints.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode hilft, Widersprüche in der Gestaltung von Lösungen zu erkennen.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode hilft, Verbesserungspotentiale in diesen Lösungen zu erkennen.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode hat die Kommunikation in meinem Team unterstützt.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Skizziermethode hat die Kommunikation mit Menschen außerhalb meines Teams unterstützt.	( )	( )	( )	( )	( )
Ich beurteile die Methode war hilfreich für mein Projekt.	( )	( )	( )	( )	( )
Ich beurteile die Methode für mein Projekt als praxisnah.	( )	( )	( )	( )	( )
Die Anwendung der Skizziermethode halte ich auch bei kleinen, überschaubaren Projekten für sinnvoll.	( )	( )	( )	( )	( )
Benutzen des PowerPoint-Tools					
Das PowerPoint-Tool ließ sich intuitiv anwenden.	( )	( )	( )	( )	( )
Das PowerPoint-Tool erleichtert das Einbetten von Informationen in Skizzen gegenüber dem Einzeichnen der Informationen auf dem Papier.	( )	( )	( )	( )	( )
Das PowerPoint-Tool erleichtert das Übertragen von Details, wie beispielsweise Constraints, ins CAD.	( )	( )	( )	( )	( )

Das ist **sehr nützlich**.	Das ist nützlich.	Das ist mir egal.	Das ist nicht besonders relevant.	Das ist **überflüssig**.	
					Features des PowerPoint-Tools
( )	( )	( )	( )	( )	Wie schätzen Sie es ein, dass das PowerPoint-Tool das Hinzufügen von Kommentaren erlaubt?
( )	( )	( )	( )	( )	Wie schätzen Sie es ein, dass das PowerPoint-Tool das Filtern von Informationstypen in der Skizze erlaubt?
( )	( )	( )	( )	( )	Wie schätzen Sie es ein, dass das PowerPoint-Tool eine Textsuche erlaubt?

	Das würde mich **sehr freuen**.	Das würde mich freuen.	Das ist mir egal.	Das könnte ich in Kauf nehmen.	Das würde mich **sehr stören**.
Wie würden Sie es einschätzen, wenn das PowerPoint-Tool kein hinzufügen von Kommentaren mehr erlaubt?	( )	( )	( )	( )	( )
Wie würden Sie es einschätzen, wenn das PowerPoint-Tool keinen Filter für Informationstypen in Skizzen hätte?	( )	( )	( )	( )	( )
Wie würden Sie es einschätzen, wenn das PowerPoint-Tool keine Textsuche mehr hätte?	( )	( )	( )	( )	( )

Weitere Angaben

Wie haben Sie ihre Daten verwaltet, so dass ihr Team stets auf dem aktuellen Stand sein konnten? (zb. Cloud-Dienste wie Dropbox; Anlegen von Änderungslisten; nur gemeinsames Bearbeiten der Datei; ...)

Kommentare und Anregungen