

Nachnutzung von Wissen in Simulationsstudien

Reuse of Knowledge in Simulation Studies

Jana Stolipin, Sigrid Wenzel, Universität Kassel, Kassel (Germany),
jana.stolipin@uni-kassel.de, s.wenzel@uni-kassel.de

Abstract: The knowledge gained in finished projects is a valuable resource and can be used in future project tasks. The reuse of existing project results is impeded by a complicated search process of detailed information. Recovering project knowledge is based on the knowledge description. To assess the relevance of information for the reuse of simulation knowledge, an expert survey including a two stage Delphi Study was conducted. Based on the results of this Delphi Study, an overview of the information for the reuse of simulation knowledge in production and logistics can be issued.

1 Einleitung und Problemstellung

Die Wertschöpfung einer simulationsgestützten Planung entsteht durch die Verarbeitung von Informationen basierend auf den Fähigkeiten und Erfahrungen von Simulationsexperten sowie durch die Generierung und Kommunikation von Simulationsergebnissen. Somit kann die Ablaufsimulation als eine Facette der Digitalen Fabrik zur Wissensarbeit gezählt werden (Wenzel et al. 2011; North und Guldenberg 2008, S. 21 f.). Neumann (2007) definiert die Simulation als einen Wissensentwicklungsprozess, einen Lernprozess sowie als Hilfsmittel zur Wissensvermittlung und Gegenstand der Wissensanwendung. Bei der Bearbeitung von Simulationsprojekten steht Wissen im Vordergrund der Tätigkeiten, da im Rahmen der simulationsgestützten Planung Expertenwissen eingesetzt wird, um neues Wissen zu generieren. Das Wissen aus abgeschlossenen Projekten stellt eine wertvolle Ressource dar und kann bei verschiedenen Projektaufgaben erneut eingesetzt werden. Nach dem Abschluss eines Projektes werden nicht nur die Projektaufgaben gelöst, sondern auch Wissen in explizierter und implizierter Form erzeugt und weitere Lerneffekte entstehen (Lindner 2010).

Aufgrund der Vielfalt von Wissenskontexten gibt es keine einheitliche Definition des Wissensbegriffs (Probst et al. 2012); jedoch weisen alle Definitionen ein gemeinsames Merkmal auf: Wissen betrifft die Gesamtheit der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die eine Person zum Lösen von Aufgaben einsetzt. Nach Probst et al. (2012) basiert Wissen auf Zeichen, Daten und Informationen; diese Ebenen stehen in einem direkten

Zusammenhang und bilden eine Begriffshierarchie, die eine Erklärung zum Wissensbegriff liefert. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Ebenen wird als „Anreicherungsprozess“ (Probst et al. 2012) oder „Wissenstreppe“ (North 2011) verstanden. Im Rahmen einer Simulationsstudie wird das Wissen als „[...] die Gesamtheit des explizit und implizit vorhandenen oder im Verlauf des Simulationsprojektes entstehenden spezifischen oder verallgemeinerten Theorie- und Erfahrungswissens über das Simulationsproblem und seine Lösung (d. h. gegenstandsbezogenes Wissen) sowie über Ablauf und Organisation des Simulationsprojektes (d. h. vorgehensbezogenes Wissen) [...]“ verstanden (Neumann 2007, S. 188).

Die Nachnutzung von Simulationsartefakten und -wissen ist sehr wichtig für künftige Planungsaufgaben, da dadurch aufgrund von vorhandenen Erfahrungen eine Qualitätssteigerung der Simulationsergebnisse und eine schnellere Durchführung von Simulationsstudien erreicht werden können. In simulationsbasierten Projekten fehlen allerdings zumeist unterstützende Ansätze zur Nachnutzung von Simulationswissen. Die Anwendung der Methoden des Wissensmanagements wird in der Praxis oft unterschätzt und stößt aufgrund des hohen Aufwandes nur auf geringe Akzeptanz bei den Anwendern (Wenzel et al. 2013). Auch die Nachnutzung von Simulationsartefakten ist für weitere Planungsvorhaben in der Praxis gering (Jensen 2007; Wenzel et al. 2008; Eley 2012). Die Sicherung und Nachnutzung von projektbezogenem Simulationswissen setzen ein gezieltes Wissensmanagement voraus und sind ohne nachnutzungsorientierter Dokumentation nur schwer zu realisieren oder mit einem hohen Aufwand in Bezug auf Anpassungen und Einarbeitungsstunden in das Modell bzw. das Planungsprojekt verbunden. Außerdem wird die Nachnutzung von vorhandenen simulationsrelevanten Arbeitsergebnissen durch das Nichtfinden von relevanten Daten und Informationen in umfangreichen Modell- und Datenarchiven erschwert.

Die Nachnutzung und Wiederverwendbarkeit werden seit Jahren in vielen Bereichen wie Produktion, Planung, Entwicklung und Wissenschaft diskutiert. Willmann (2011) strukturiert das Planungswissen im Rahmen der Digitalen Fabrik und leitet eine Wissensstruktur in Bezug auf die Planungsaufgaben ab. Die VDI-Richtlinie 3633 (2014) weist auf die Notwendigkeit zur Wiederverwendung von Simulationsmodellen hin. Darüber hinaus wird der Einsatz von Modellmanagementsystemen für die Simulation diskutiert (Nance et al. 1981). Bley et al. (2000) schlagen ein Modellmanagementsystem (SimBase) für die Materialsimulation vor und weisen darauf hin, dass eine erfolgreiche Integration von solchen Systemen eine intensive und wissensorientierte Integration in das Unternehmen benötigt. Meyer et al. (2010) liefern am Beispiel einer Belieferungssimulation aus der Automobilindustrie Ansätze zur Verbesserung der Wiederverwendung von Simulationseingangsdaten unter Verwendung eines Expertensystems. Erfahrungen des Software Engineerings wurden in Weyrich und Steden (2013) aufgegriffen, die eine methodische Vorgehensweise für die Identifikation wiederverwendbarer Module bei bereits vorhandenen Simulationsmodellen von Automatisierungssystemen diskutieren. Weitere organisatorische und technische Vorgehensweisen bei der Nachnutzung von Simulationsmodellen werden in Wenzel et al. (2008) betrachtet. Laut Wenzel et al. (2013) liegt die Problematik der Nachnutzung von Simulationswissen in der Präzision der Beschreibung von Modellzwecken und deren Gültigkeiten.

Die nachhaltige Nachnutzung, die schnelle Orientierung in Planungsdaten und das Wiederfinden von Simulationswissen benötigen eine geeignete Strukturierung des Simulationswissens, die einerseits unternehmensspezifisch und andererseits kontext-

bezogen sein muss. Das Wiederfinden des projektspezifischen Wissens muss auf der Verwendung von Informationen, die dieses Wissen beschreiben, basieren. Die beschreibenden Informationen spielen eine entscheidende Rolle beim Wiederfinden und bei der Nachnutzung des Wissens.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen die Ergebnisse einer zweistufigen Delphi-Studie vorgestellt werden, die durchgeführt wurde, um die Relevanz von Informationen bei der Nachnutzung von Wissen im Umfeld der Ablaufsimulation einzuschätzen, die relevanten projektspezifischen Informationen zu identifizieren sowie den Begriff Simulationswissen zu konkretisieren.

Im Folgenden werden zunächst die Delphi-Studie hinsichtlich Aufbau und organisatorische Abwicklung, der Online-Fragebogen sowie die Ergebnisse der Delphi-Studie erläutert. Abschließend wird in einem Ausblick auf die weitere Nutzung der Ergebnisse für zukünftige Forschungstätigkeiten eingegangen.

2 Delphi-Studie zur Identifikation und Kategorisierung von Informationen zur Unterstützung der Nachnutzung von Simulationswissen

Die Delphi-Methode wird nach Häder (2015, S. 361) „[...] als stark strukturierter Gruppenkommunikationsprozess charakterisier[t] [...], in dessen Verlauf Sachverhalte, über die naturgemäß unsicheres und unvollständiges Wissen existiert, von Experten beurteilt werden.“ In vielen Publikationen wird die Delphi-Methode als „ein Instrument zur verbesserten Erfassung von Gruppenmeinungen“ und zur Konsensbildung unter den Teilnehmern der Befragung verstanden (siehe dazu Häder 2014, S. 19 ff.). Die Anwendungsgebiete von Delphi-Studien sind weitreichend; sie können zur Prognose von zukünftigen Entwicklungen auf unterschiedlichen Gebieten der Wissenschaft und Technologie, aber auch zur Erforschung von verschiedenen Sachverhalten eingesetzt werden. Nachfolgend werden neben der Gestaltung der durchgeführten Studie auch die Ziele der Studie sowie der Aufbau des Fragebogens und die für die Delphi-Studie ausgewählte Zielgruppe beschrieben.

2.1 Ziele der Delphi-Studie

Die Grundlage für die Nachnutzung von Simulationswissen in einem simulationsgestützten Projekt stellt die Identifikation von relevanten Informationen dar. Ziele der hierzu durchgeführten Studie sind einerseits die relevanten Informationen für die Nachnutzung von Wissen in Simulationsstudien zu ermitteln und andererseits das nachnutzungswürdige Wissen zu kategorisieren. Eine Wissenskategorie dient zur thematischen Zuordnung der Wissensinhalte einer Simulationsstudie und wird durch beschreibende Informationen charakterisiert. Die Kategorisierung der relevanten Informationen ist wichtig, um eine Zusammenfassung von Informationen und eine Übersicht von Wissen in den Phasen einer Simulationsstudie (bezüglich der Phasen des Vorgehensmodells für die Durchführung von Simulationsstudien vgl. Rabe et al. 2008) zu erhalten. Zudem wird mit der Delphi-Studie das Ziel verfolgt, die Wichtigkeit von relevanten Informationen bei der Nachnutzung von Simulationswissen durch Experten zu bewerten. Aufbauend auf den Ergebnissen der Delphi-Studie soll eine Liste von Informationen in Bezug auf ihre Relevanz bei der Nachnutzung erarbeitet werden.

2.2 Aufbau und Durchführung der Studie

Eine Delphi-Befragung gilt als eine etablierte Methode zur Lösung von komplexen Problemen mit der Grundidee, in mehreren Stufen Expertenmeinungen anonym zu erfragen und diese zu analysieren. Somit werden subjektive Faktoren und die gegenseitige Beeinflussung der Experten, die bei einer Gruppendiskussion entstehen können, vermieden (Häder 2015). Durch die wiederholten Befragungen wird die Spannweite zwischen Expertenmeinungen minimiert und die Aussagekraft der Endergebnisse verstärkt. Die klassische Vorgehensweise bei der Delphi-Methode nach Häder (2014) beinhaltet folgende vier Schritte:

1. Schritt „Vorbereitung der Studie und Entwicklung eines Fragebogens über den relevanten Sachverhalt“: Die Problemstellung der Studie wird operationalisiert, messbare Kriterien zur Bewertung der Fragen werden abgeleitet. Die Vorbereitung des Fragebogens erfordert eine systematische Vorgehensweise und kann sowohl vom Forscherteam, das die Delphi-Studie durchführt, als auch mittels einer offenen Befragung von Experten durchgeführt werden.

2. Schritt „Auswahl einer Expertengruppe“: Bei Delphi-Studien mit spezifischen Problemstellungen muss beachtet werden, dass im Gegensatz zu anderen Methoden keine Abschätzung der Mindestanzahl von Teilnehmern vorgegeben wird, da bei vielen spezifischen Problemstellungen nur wenige geeignete Fachleute gefunden werden können. Anschließend wird der Fragebogen anonym an die ausgewählte Expertengruppe verschickt, um die Meinungen zu den interessierenden Sachverhalten zu erfragen.

3. Schritt „Auswertung des Fragebogens“: Die Ergebnisse der ersten Umfrage werden analysiert und in anonymer Form an die Experten weitergeleitet. Die Experten können ihre eigenen Meinungen zu den Sachverhalten überdenken.

4. Schritt „Wiederholung der Befragung“: Die Befragung wird auf der Grundlage der neu gewonnenen Erkenntnisse bis zum Erreichen eines vorher definierten Abbruchkriteriums wiederholt. Die Wiederholung der Umfrage führt zur Komprimierung des Meinungsbildes in der Expertengruppe und damit zu einem eindeutigeren Ergebnis.

Aufgrund der Eignung der Delphi-Methode für die oben beschriebene Fragestellung führt das Fachgebiet für Produktionsorganisation und Fabrikplanung der Universität Kassel eine Delphi-Studie zum Thema „Identifikation und Kategorisierung von Informationen zur Unterstützung der Nachnutzung von Wissen in Simulationsstudien“ mittels eines internetbasierten Fragebogens im Zeitraum vom 15. März 2017 bis 02. Mai 2017 durch. Die Gestaltung der Studie basiert auf dem Vorgehen der klassischen Delphi-Methode, wobei zwei Fragerunden umgesetzt werden.

Im ersten Schritt der Studie werden die für die Nachnutzung von Simulationswissen relevanten Informationen gesammelt, kategorisiert und die Art der Bewertung durch die Experten festgelegt. Um den Umfang der Delphi-Studie überschaubar zu halten, erfolgt vor der Durchführung der ersten Umfrage eine Voruntersuchung zur Ermittlung von relevanten Informationen im Rahmen einer Simulationsstudie. Das Ergebnis der Voruntersuchung ist eine vorläufige Liste mit insgesamt 107 relevanten Informationen. Diese erste Liste berücksichtigt nicht nur die einzelnen Informationen, sondern auch weitere sogenannte Informationstypen nach Abel (2013, S. 62), die zur Zusammenfassung von einzelnen Informationen in einer Simulationsstudie dienen und

mögliche Varianten und Zielsetzungen dieser Informationen abdecken. Diese Informationstypen können als erste Zusammenfassung von bestimmten Informationen verstanden (die Begriffe Informationen und Informationstypen werden in diesem Beitrag synonym verwendet) und in Wissenskategorien einsortiert werden, die sich an dem Vorgehensmodell zur Durchführung von Simulationsstudien nach Rabe et al. (2008) anlehnen. Die sieben Wissenskategorien mit der Anzahl der dazugehörigen Informationen (als Basis der ersten Fragerunde) sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Sieben Wissenskategorien (WK) zur Simulation

WK-Nr.	Name der Wissenskategorie (WK)	Informationsanzahl
1	Allgemeines Wissen über die Simulationsstudie	9
2	Managementwissen im Simulationsprojekt	8
3	Wissen über die Spezifikation der Simulationsaufgabe und die Zielsetzung	13
4	Wissen über das Realsystem	14
5	Wissen über die projektspezifischen Daten	14
6	Wissen über das Simulationsmodell und die Modellbildung	30
7	Wissen über die Simulationsergebnisse und Erfahrungen zum Simulationsmodell	19

Der Aufbau des Fragebogens sowie die Operationalisierung der Problemstellung der Studie werden im Abschnitt 2.3 beschrieben. Die Delphi-Studie beinhaltet allerdings nicht nur eine Bewertung der Informationen in den sieben Wissenskategorien, sondern erlaubt auch die Bildung neuer Wissenskategorien.

Im zweiten Schritt werden die potenziellen Experten für die Delphi-Studie ausgewählt. Die Umfrage der Delphi-Studie wendet sich an Personen mit langjähriger Simulationserfahrung im Rahmen der Produktions- und Logistikplanung. Aufgrund dieser Anforderungen werden Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM), Mitglieder der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL) sowie Experten aus der Industrie angefragt. Somit wird sichergestellt, dass die Teilnehmer der Studie über das notwendige theoretische und praktische Wissen zu Simulationsstudien verfügen. Die Einladungen zur Teilnahme an der Online-Umfrage werden per E-Mail an die Experten verschickt. Insgesamt erklären sich 17 Experten bereit, an der Delphi-Studie teilzunehmen. Die Umfrage wird unter Verwendung des in Abschnitt 2.3 erläuterten Fragebogens digital und anonym durchgeführt. Die internetbasierten Fragebögen der ersten Fragerunde werden per E-Mail an die 17 Experten am 15.03.2017 versandt und für 18 Tage online geschaltet. Die digitalen Fragebögen enthalten neben den Fragen auch eine Anweisung und Beschreibung zur Durchführung der Delphi-Studie.

Im dritten Schritt werden die Ergebnisse der ersten Runde der Delphi-Studie ausgewertet, für die zweite Fragerunde vorbereitet und in die zweite Befragung integriert.

Der erweiterte Online-Fragebogen der zweiten Befragung wird im vierten Schritt der Delphi-Studie am 10.04.2017 erneut den Fachleuten zugesandt, damit die Experten ihre Meinungen überdenken und ggf. ändern können. Diese zweite Umfrage endet am 02.05.2017. Danach ist ein endgültiges Ergebnis der Delphi-Studie mit einer aggregierten Gruppenmeinung zum Thema Nachnutzung von Simulationwissen mittels Informationen verfügbar.

2.3 Aufbau der Fragebogen

Der Aufbau des Fragebogens zur ersten Runde der Delphi-Studie besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil umfasst die Bewertung der sieben in Tabelle 1 dargestellten Wissenskategorien mit den dazugehörigen Informationen. Zur Bewertung der Informationen wird eine verbalisierte Skala mit einer geraden Anzahl an Antwortmöglichkeiten eingesetzt. Somit wird bewusst auf eine neutrale Mitte als Antwortmöglichkeit verzichtet, um eine eindeutige Tendenz bei der Beantwortung zu erzwingen. Für den ersten Teil des Fragebogens kann eine Bewertung von 0 (überhaupt nicht relevant für die Nachnutzung von Wissen) bis 3 (besonders relevant für die Nachnutzung von Wissen) oder ein „weiß nicht“-Bewertungskriterium erfolgen. Alle identifizierten 107 Informationen in den sieben Wissenskategorien können anhand dieser Bewertungskriterien bewertet werden; zudem können weitere Informationen ergänzt werden. Außerdem besteht in einem zweiten Teil der ersten Befragung die Möglichkeit, eigene Kategorien und dazugehörigen Informationen vorzuschlagen. Hier wird auf die Antwortbewertung verzichtet.

Der Fragebogen für die zweite Runde der Delphi-Studie besitzt den gleichen Aufbau sowie das gleiche Bewertungsschema wie der erste Fragebogen und basiert auf den Ergebnissen aus der ersten Runde der Befragung. Diese Ergebnisse werden in Form von prozentualen Angaben, die die Antworten der Experten aus der ersten Umfrage im Verhältnis darstellen, aufbereitet, sodass ein Überblick der Antworten aller Experten zu den einzelnen Fragen entsteht (siehe Abb. 1). Bei den Ergänzungen der Experten bezüglich weiterer Wissenskategorien und dazugehörigen Informationen werden vorgeschlagene Informationen und Wissenskategorien (mit dem Vermerk „Expertenmeinung“) in den Fragebogen integriert.

Wichtig für die Nachnutzung von Wissen aus der Kategorie „Allgemeines Wissen über die Simulationsstudie“ sind Informationen ...					
	3 - besonders relevant	2 - eher relevant	1 - eher nicht relevant	0 - überhaupt nicht relevant	weiß nicht
... zum Titel der Simulationsstudie [Ergebnisse der ersten Umfrage: besonders relevant: 35,71 % eher relevant: 28,57 % eher nicht relevant: 28,57 % überhaupt nicht relevant: 7,14 % weiß nicht: 0,00 %]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... zum Auftragnehmer (Name, Adresse, Branche) [Ergebnisse der ersten Umfrage : besonders relevant: 14,29 % eher relevant: 42,86 % eher nicht relevant: 28,57 % überhaupt nicht relevant: 14,29 % weiß nicht: 0,00 %]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 1: Ausschnitt des Fragebogens aus der zweiten Runde der Delphi-Studie

In Abbildung 1 ist ein Ausschnitt des Online-Fragebogens der zweiten Fragerunde dargestellt. Dieser Ausschnitt zeigt ein Beispiel für die Bewertung von zwei Informationen aus der ersten Wissenskategorie „Allgemeines Wissen über die Simulationsstudie“. Die Ergebnisse der ersten Fragerunde sind in eckigen Klammern abgebildet und dienen der Qualitätssteigerung der zweiten Umfrage. Der gesamte Fragebogen ist entsprechend dieses Ausschnittes umgesetzt. Außerdem besteht in der zweiten Fragerunde die Möglichkeit zum Kommentieren der Antworten.

3 Ergebnisse der Delphi-Studie

Die nachfolgenden Ausführungen fassen die Ergebnisse der Delphi-Studie im Überblick zusammen. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich insbesondere auf die

Auswertung der zweiten Fragerunde. Von den 17 an der Studie teilgenommenen Experten werden in der ersten Runde der Befragung 14 vollständig beantwortete Fragebögen zurückgesandt (Rücklaufquote: 82,35 %). In der zweiten Runde wird die Online-Befragung wieder an die gleichen 17 Experten verschickt; mit 12 vollständig beantworteten Fragebögen liegt die Rücklaufquote bei 70,59 %. Der Rückgang der Antwortquote in der zweiten Fragerunde lässt sich auf terminliche Probleme der Teilnehmer zurückführen.

Zu Beginn der Delphi-Studie werden den Experten 107 Informationen in sieben Wissenskategorien vorgestellt. Basierend darauf können bis zum Ende der Studie 134 Informationen (die ergänzten Informationen sind mit einem **[E]** in der Tabelle 2 gekennzeichnet) in den sieben vorgeschlagenen Wissenskategorien sowie sechs weitere Wissenskategorien (mit jeweils zwei bis drei Informationen) zusätzlich identifiziert werden. Der Mittelwert der Relevanz einzelner Informationen (über alle Wissenskategorien) reicht von 0,58 bis 3,0. Somit wird keine der identifizierten Informationen als vollständig unwichtig für die Nachnutzung von Simulationswissen angesehen. Tabelle 2 zeigt ausschnittsweise die Informationen aus einzelnen Wissenskategorien, wobei die grau hinterlegten Nummern den Wissenskategorien aus Tabelle 1 entsprechen. Die hier dargestellte Reihenfolge der Informationen aus einzelnen Wissenskategorien ist aufsteigend sortiert und zeigt somit ausschnittsweise die Relevanz der einzelnen Informationen in der jeweiligen Gruppe (Ergebnisse der zweiten Fragerunde). Tabelle 2 verdeutlicht, dass die Streuung bei den Ergebnissen (2. Fragerunde) gering ist; die maximale Standardabweichung liegt bei $\pm 1,08$, die minimale Standardabweichung bei $\pm 0,0$. Insbesondere tritt dieser Fall bei den Informationen (siehe Tabelle 2 Informationen ohne **[E]**-Kennzeichnung) auf, die in der ersten Runde schon einmal abgefragt wurden. Dies verdeutlicht das Prinzip der Delphi-Studie für die Konsensbildung. Im Gegensatz zum Mittelwert zeigt der Median, dass eine stärkere Orientierung auf die relevanten Informationen in Bezug auf die Nachnutzung des Wissens mit Bewertungen von mindestens 2,0 (bei ca. 76 % aller Informationen) vorhanden ist, diese 102 Informationen sind besonders relevant für die Nachnutzung des Simulationswissens. Bei den drei Informationen: „Informationen zum Realsystem des Projektes“ (1. Wissenskategorie), „Informationen zu Aufgabenstellungen, dazugehörige Hintergründe und Rahmenbedingungen“ (3. Wissenskategorie), „Informationen zu besonders relevanten Eigenschaften des betrachteten Systems“ (4. Wissenskategorie), die das simulierte Realsystem betreffen, sind sich alle Experten einig (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0 und Standardabweichung $\pm 0,0$), dass diese für die Nachnutzung des Simulationswissens besonders wichtig sind.

Ergänzend werden die sechs Wissenskategorien: „Wissen über die Kategorisierung des Modellgegenstandes nach SCOR“, „Wissen über den Life-Cycle der Simulation“, „Wissen über Kommunikationsvereinbarungen im Projektteam und zum Kunden“, „Wissen über die Dokumente“, „Wissen über ein zukünftiges System“, „Wissen über die Bewertung alternativer Lösungen, Modellvarianten, Experimente und Szenarien“ von Experten in der ersten Fragerunde mit jeweils zwei bis drei Informationen vorgeschlagen und bei der zweiten Runde bewertet. Da bei diesen ergänzend vorgeschlagenen Wissenskategorien keine Einigkeit zwischen den Experten hinsichtlich ihrer Gültigkeit als weitere Wissenskategorien und der Relevanz ihrer Informationen besteht, müssen diese bei zukünftigen Forschungen genauer untersucht oder ihre beschreibenden Informationen in bereits bestehende Wissenskategorien integriert werden.

Tabelle 2: Ergebnisse der Delphi-Studie (nach der zweiten Fragerunde): Mittelwert (MW), Median (MD) und Standardabweichung (Stdabw.) der bewerteten Informationen (Informationen mit [E]-Kennzeichnung zeigen die Ergänzungen der Experten in der ersten Runde) aus den sieben Wissenskategorien (siehe Tabelle 1)

Informationen...	MW	MD	Stdabw.
... zum Realsystem des Projektes	3,00	3,00	0,00
... zum Inhalt / Scope [E]	2,67	3,00	0,49
... zum Titel der Simulationsstudie	2,33	3,00	0,89
⋮	⋮	⋮	⋮
... zum Auftragnehmer	1,58	2,00	0,51
... zum Auftragnehmer/Auftraggeber-Verhältnis: Planungsdienstleistung, Angebotsunterstützung, Umsetzungsabsicherung [E]	1,50	1,50	0,80
... über bereits vorhandene Simulationserfahrungen der beteiligten Fachabteilungen und Personen	1,33	1,00	0,49
... zu im Rahmen des Projekts entstandenen Entscheidungsempfehlungen [E]	2,50	2,50	0,52
... zu besonderen Herausforderungen [E]	2,25	2,00	0,75
... zum tatsächlich verwendeten Personaleinsatz in Personen/Monate	1,75	2,00	0,75
⋮	⋮	⋮	⋮
... zur personellen Organisation der Simulationsstudie	1,25	1,00	0,45
... zum geplanten Personalaufwand in Personen/Monate	1,25	1,50	0,87
... zu einzelnen Aufgaben im Simulationsprojekt	1,25	1,00	0,62
... zu Aufgabenstellungen, dazugehörigen Hintergründen und Rahmenbedingungen	3,00	3,00	0,00
... zu Kriterien und Zielvorgaben für einzelne Kenngrößen im Modell	2,58	3,00	0,51
... zur Benennung und Funktionsweise des betrachteten Systems	2,58	3,00	0,67
⋮	⋮	⋮	⋮
... zur Widerspruchsfreiheit von Anforderungen [E]	1,64	1,00	0,81
... zur Form der Erfassung von Anforderungen [E]	1,18	1,00	0,75
... zur verfügbaren Software und zu Lizenzen, die im Verlauf der Simulationsstudie zum Erreichen der Ziele relevant sind	0,92	1,00	0,29
... zu besonders relevanten Eigenschaften des betrachteten Systems	3,00	3,00	0,00
... zu Systemgrenzen des betrachteten Systems	2,92	3,00	0,29
... zu Steuerungen des betrachteten Systems	2,92	3,00	0,29
⋮	⋮	⋮	⋮
... zu Ereignissen und Aktivitäten im betrachteten System	2,00	2,00	0,60
... zu Eigenschaften der Objekte im betrachteten System	1,92	2,00	0,67
... zu Quellen für Validierungsdaten [E]	1,42	1,50	0,67
... zu fehlenden Daten und Informationen über die Datenapproximation oder -generierung	2,75	3,00	0,45
... zu tatsächlich zur Verfügung gestellten Daten	2,58	3,00	0,67
... über die tatsächlich verwendeten Eingangsdaten	2,58	3,00	0,51
⋮	⋮	⋮	⋮
... zu Methoden der Datenauswertung	1,75	2,00	0,75
... zu Daten, die zur automatischen Modellgenerierung genommen wurden [E]	1,75	2,00	1,06
... zur Art der Datenbeschaffung	1,42	1,00	0,51
... zum übergeordneten Prozess im Modell	2,92	3,00	0,29
... zu Grenzen und Schnittstellen im Modell	2,83	3,00	0,39
... zum Ziel der Nachnutzung [E]	2,25	2,00	0,62
⋮	⋮	⋮	⋮
... zum typischen Rechnerzeitbedarf eines Simulationslaufs	1,17	1,00	0,83
... zum Namen des Modells und des Modellerstellers	1,08	1,00	0,90
... zum Speicherplatzbedarf für das Simulationsmodell	0,58	0,00	0,79
... zu Ergebnissen der Simulationsstudie	2,92	3,00	0,29
... zu Erkenntnissen, die durch eine Simulationsstudie gewonnen wurden [E]	2,58	3,00	0,51
... zu abgeleiteten Maßnahmen für das reale System	2,67	3,00	0,49
⋮	⋮	⋮	⋮
... über die Möglichkeiten zur Vermeidung von Fehlern	1,42	1,00	0,79
... zu möglichen weiteren Experimenten	1,33	1,00	0,65
... zu Rechenzeiten der Simulationsläufe	0,67	0,50	0,78

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei der Nachnutzung von Simulationen nicht alle bisher erarbeiteten Informationen gleich relevant sind. Mit Hilfe der Expertenbefragung können jedoch die für die Nachnutzung von Simulationen wichtigen Informationen klar identifiziert werden. Zudem kann die Liste von wissensbeschreibenden Informationen aufgrund der Erfahrungen der Experten erweitert werden. Die Relevanz dieser Erweiterung bleibt zu prüfen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Nachnutzung von projektspezifischem Wissen basiert auf der Verwendung von Informationen, die dieses Wissen beschreiben; allerdings fehlt in der Literatur eine Liste mit nachnutzungsrelevanten Informationen für Simulationsstudien. Unter anderem fehlt auch eine Einschätzung dieser Informationen in Bezug auf ihre Bedeutung für die Nachnutzung des Wissens. Aus diesen Gründen ist eine zweistufige Delphi-Studie durchgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Studie liefern für Simulationsstudien eine Liste mit insgesamt 134 grundlegenden Informationen zur Beschreibung von sieben Wissenskategorien. Davon können aufgrund der Bewertung 102 Informationen identifiziert werden, die bei der Nachnutzung des Wissens im Rahmen einer Simulationsstudie besonders relevant sind. Zukünftig werden auf der Grundlage dieser Ergebnisse weitere Forschungstätigkeiten zum Thema Nachnutzung und Beschreibung von Simulationen durchgeführt. Ein wichtiges Forschungsziel ist in diesem Zusammenhang der Entwurf eines nachnutzungsorientierten Dokumentationsprozesses für Simulationsstudien.

Literatur

- Abel, D.: Bewertungsmethodik zur Einflussanalyse der Informationsqualität auf die Simulationsergebnisse. In: Wenzel, S. (Hrsg.): Produktionsorganisation und Fabrikplanung. Band 4, Aachen: Shaker 2013.
- Bley, H.; Oltermann, R.; Wuttke, C.C.: Distributed model management system for material flow simulation. *Journal of Materials Processing Technology* (2000) 107, S. 478- 484.
- Eley, M.: Simulation in der Logistik. Einführung in die Erstellung ereignisdiskreter Modelle unter Verwendung des Werkzeuges "Plant Simulation". Berlin, Heidelberg: Springer 2012.
- Häder, M.: Empirische Sozialforschung. Eine Einführung. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer 2015.
- Häder, M.: Delphi-Befragungen. Ein Arbeitsbuch. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer 2014.
- Jensen, S.: Eine Methodik zur teilautomatisierten Generierung von Simulationsmodellen aus Produktionsdatensystemen am Beispiel einer Job-shop-Fertigung. Kassel: kassel univ. press, 2007.
- Lindner, F.: Projektwissensmanagement. Status quo, Gestaltungsfaktoren und Erfolgsdeterminanten des Wissensmanagements in der Projektentwicklung. Münster: LIT 2010.
- Meyer, T.; Müller-Sommer H.; Straßburger, S.: Erhöhung der Wiederverwendbarkeit von Eingangsdaten für Belieferungssimulationen durch Expertensysteme. In: Zülch, G.; Stock, P. (Hrsg.): Tagungsband zur 14. ASIM-Fachtagung Simulation

- in Produktion und Logistik. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2010, S. 421-428.
- Nance, R.E.; Mezaache, A.L.; Overstreet, C.M.: Simulation Model Management: Resolving the technological Gaps. In: Ören, T.I.; Delfosse, C.M.; Schub, C.M. (Hrsg.): Proceedings of the 1981 Winter Simulation Conference. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), New York (USA), 1981, S. 173-179.
- Neumann, G.: Wissensmanagementkonzepte für die Validierung und Qualitätssicherung in der prozessorientierten Logistiksimulation. In: Engelhardt-Nowitzki, C.; Nowitzki, O.; Krenn, B. (Hrsg.): Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation. State-of-the-Art und innovative Konzepte. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2007, S. 183-202.
- North, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen. 5. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2011.
- North, K.; Güldenberger, S.: Produktive Wissensarbeit(er). Antworten auf die Management-Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Mit vielen Fallbeispielen. Wiesbaden: Gabler 2008.
- Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Aufl. Wiesbaden: Springer 2012.
- Rabe, M.; Spieckermann, S.; Wenzel, S.: Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik. Vorgehensmodelle und Techniken. Berlin, Heidelberg: Springer 2008.
- VDI 3633, Blatt 1: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Grundlagen. Berlin: Beuth 2014.
- Wenzel, S.; Abel, D.; Gutfeld, T.; Schmitz, M.: Ansätze zur methodischen Unterstützung kollektiver Intelligenz bei der Abwicklung von Planungsprojekten in Produktion und Logistik. In: Biedermann, H. (Hrsg.): Corporate capability management - wie wird kollektive Intelligenz im Unternehmen genutzt? Berlin: Gito (Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V.) 2013, S. 407-430.
- Wenzel, S.; Abel, D.; Willmann, C.: Wissensarbeit in der Digitalen Fabrik – Der Zwiespalt zwischen Systematisierung und Kreativität. In: Spath, D. (Hrsg.): Wissensarbeit - zwischen strengen Prozessen und kreativem Spielraum. Berlin: Gito (Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e. V.) 2011, S. 251-276.
- Wenzel, S.; Weiß, M.; Collisi-Böhmer, S.; Pitsch, H.; Rose, O.: Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik. Planung und Durchführung von Simulationsstudien. Berlin: Springer 2008.
- Weyrich, M.; Steden, F.: Methodische Identifikation wiederverwendbarer Module für die Simulation von Automatisierungssystemen. In: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik. VDI-Berichte 2209. Automation 2013. 14. Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik. Baden-Baden (Deutschland), 2013, S. 135-139.
- Willmann, C.: Konzeption einer kontextbasierten Wissensumgebung für die Digitale Fabrik. In: Wenzel, S. (Hrsg.): Produktionsorganisation und Fabrikplanung. Band 1, Aachen: Shaker 2011.