

Modellierung der Kompetenzen Lernender: Explizite und implizite Kompetenzerfassung in einer Lernumgebung für Servicetechniker

Lena Després¹, Christoph Rensing², Stephan Tittel³ und Johannes Konert⁴

Abstract: Informationen über den Kompetenz- bzw. Erfahrungsstand sowie Wissensbedarf von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Unternehmen können zur Realisierung verschiedener Funktionen verwendet werden. So kann ein Empfehlungssystem beispielsweise individuell Lernmaterialien empfehlen, die den dokumentierten Wissensbedarf eines Mitarbeiters / einer Mitarbeiterin decken, oder es kann bei einem situationsbezogenen akuten Wissensbedarf ein Kollege identifiziert werden, der in diesem Bereich über einen hohen Erfahrungsstand verfügt und dieser für eine Unterstützungsanfrage ausgewählt werden. In diesem Beitrag wird eine Methode zur Bestimmung des Kompetenzgrades vorgestellt. Sie nutzt heterogene Informationen, nämlich vom Lernenden in einer Lernanwendung durchgeführte Aktionen, sowie explizite von den Nutzern gemachten Angaben. Die Methode zur Bestimmung des Kompetenzgrades und darauf aufbauende Dienste wurden als Teil einer umfangreichen Lernanwendung für Servicetechniker realisiert.

Keywords: Kompetenzerfassung, Kompetenzmodellierung, Frage- und Antwortsysteme

1 Motivation

Lernen am Arbeitsplatz erfolgt heute zu großen Teilen in informeller Form. Dabei nimmt das Lernen von und mit erfahrenen Kollegen einen hohen Stellenwert ein. Insbesondere unternehmensspezifisches Wissen und tätigkeitsspezifische Fähigkeiten werden häufig auf diese Art vermittelt. Collin weist dies beispielhaft an einer Studie im Bereich des Produktdesigns nach [Col06]. In vielen beruflichen Situationen steht aber kein erfahrener Mitarbeiter unmittelbar zur Verfügung, wenn er gebraucht würde. Das gilt insbesondere für Servicetechniker, deren Aufgabe es mit sich bringt, dass sie häufig alleine und an wechselnden Einsatzorten tätig sind.

Aus diesem Grund wurde eine mobil und stationär nutzbare Lernanwendung entwickelt, mit der Servicetechniker auf kleine modulare Lerneinheiten zugreifen können. Diese dienen zur Vorbereitung auf eine Arbeitsaufgabe, insbesondere aber auch zur vertiefen-

¹ Hessisches Telemedia Technologie Kompetenz-Center, Rundeturmstr. 10, 64283 Darmstadt, Lena.Despres@httc.de

² Multimedia Communications Lab (KOM), Technische Universität Darmstadt, Rundeturmstr. 10, 64283 Darmstadt, Christoph.Rensing@kom.tu-darmstadt.de

³ Hessisches Telemedia Technologie Kompetenz-Center, Rundeturmstr. 10, 64283 Darmstadt, Stephan.Tittel@httc.de

⁴ Multimedia Communications Lab (KOM), Technische Universität Darmstadt, Rundeturmstr. 10, 64283 Darmstadt, Johannes.Konert@kom.tu-darmstadt.de

den Nachbereitung, wenn der Servicetechniker im Arbeitsprozess einen Lernbedarf erkannt hat. Weiterhin besteht die Anwendung aus einem Frage- und Antwort-System (Q&A System), welches den Mitarbeitern die Möglichkeit der kollegialen Unterstützung unabhängig von ihrem Aufenthaltsort und ihrer aktuellen Tätigkeit bietet [RD14]. Die Systemnutzer werden bei der Veröffentlichung einer neuen Frage benachrichtigt. Mittels dieser Benachrichtigung sollen die Antwortzeiten reduziert werden. Diese können sonst insbesondere in kleinen Anwendergruppen groß sein [WRL11]. Solche kleinen Anwendergruppen sind im beruflichen Kontext eines Unternehmens vorherrschend. Zugleich ist es aber nicht sinnvoll, alle oder nur die am besten geeigneten Nutzer zu benachrichtigen, da diese dann potenziell eine Überlast an Nachrichten bekommen und wiederum nicht reagieren. Als erstes Kriterium zur Auswahl der zu benachrichtigen Nutzer wurden in Vorarbeiten die Bestimmung der aktuellen Verfügbarkeit und Unterbrechbarkeit der Nutzer vorgestellt [DRT14]. Ein weiteres Kriterium zur Nutzerauswahl können deren Kompetenzen und Erfahrungen in einzelnen fachlichen Bereichen sein, auf die sich die jeweilige Frage bezieht. Experten explizit anzusprechen ist eine in Q&A Systemen erprobte Methode [BD08].

In diesem Beitrag wird eine Methode zur Bestimmung des Kompetenz- und Erfahrungsgrades von Servicetechnikern vorgestellt, welche die Lernanwendung nutzen. Die Neuigkeit im Vergleich zu existierenden Arbeiten liegt in der Berechnung des Kompetenzgrades auf Basis heterogener Informationen. Es werden implizite Informationen verwendet, nämlich die in der Lernanwendung durchgeführten Aktionen, und explizite in Form von Angaben über den Kompetenzgrad durch die Plattformnutzer selbst. Der bestimmte Kompetenzgrad wird verwendet, um ausgewählte Nutzer über neu gestellte Fragen zu benachrichtigen und um einem Nutzer der Lernumgebung themenabhängig Experten und benutzerabhängig Lernmodule empfehlen zu können.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst bestehende Arbeiten zur Lernermodellierung vorgestellt, insbesondere zur impliziten Erfassung des Kompetenzgrades. Im Anschluss wird beschrieben, wie der Kompetenzgrad der Nutzer im Lernermodell abgebildet wird, bevor im 4. Abschnitt die Regeln zur Berechnung des Kompetenzgrades auf Basis heterogener Quellen erläutert werden. Die Nutzung der Informationen des Kompetenzgrades in der Lernanwendung wird im Abschnitt 5 beschrieben. Zum Abschluss des Beitrags erfolgt ein Ausblick.

2 Verwandte Arbeiten

Verwandte Arbeiten finden sich zunächst im Anwendungsbereich der Q&A Systeme. Die Zielsetzung dieser Arbeiten besteht darin, Experten zu einzelnen Fragen zu bestimmen. Die offenen Fragen werden dann an Experten weitergeleitet, um einerseits die Qualität der Antworten zu verbessern und andererseits die Antwortzeiten zu verkürzen. Zwei grundsätzliche Familien von Methoden zur Bestimmung von Experten lassen sich dabei unterscheiden. Die Methoden der ersten Familie bestimmen im ersten Schritt die

ähnlichsten Fragen zu einer neuen Frage und im zweiten Schritt die Benutzer, die diese ähnlichsten Fragen erfolgreich beantwortet haben. Dabei werden verschiedene lexikalische aber auch semantische Maße zur Bestimmung der Ähnlichkeit der Fragen verwendet [LKI10][RZ12]. Die Methoden der zweiten Familie bestimmen eine Art von Kompetenzprofil der Systemnutzer für verschiedene Kategorien von Fragen. Dazu wird häufig die Teilmenge der Fragen und Antworten, die im System einer Kategorie zugeordnet sind, als Graphen aus Interaktionen der Systemnutzer dargestellt und ausgewertet. Zur Auswertung werden dann Graphen-basierte Verfahren angepasst [BD08] und zur Verwendung der Experten in einer thematischen Kategorie bestimmt. Neben einer expliziten Angabe der Kategorien in der Anwendung können Fragen auch mittels Verfahren der Textanalyse automatisch Clustern zugeordnet werden [ZC10].

Die Vorarbeiten zur Expertenbestimmung in Q&A Systemen dienen der Zielsetzung Experten zu bestimmen. Sie beschränken sich auf die Auswertung impliziter Informationen und umfassen keine explizite Selbst- und Fremdeinschätzung. Die Modellierung der Themen- bzw. Kompetenzbereiche ist zudem entweder sehr grob, wenn es sich um manuell vorgegebene Kategorien handelt, oder nicht deterministisch, wenn die Kategorien durch automatisches Clustering der Fragen gebildet wird. Ein Kompetenzbedarf wird mittels dieser Anwendungen nicht bestimmt.

Ein anderer verwandter Bereich sind Methoden der expliziten Kompetenzmodellierung, wie sie in Unternehmen eingesetzt werden. Für die Personalabteilung von Unternehmen ist es wichtig, einen Überblick, darüber zu behalten, welcher Mitarbeiter welche Kompetenzen in welchen Themengebiet besitzt oder mittels Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen erworben hat. Dementsprechend erfolgt die Planung des Einsatzes innerhalb des Unternehmens und von Weiterbildungsmaßnahmen. Praxisorientierte Standards machen Vorgaben zur Beschreibung von Kompetenzen [HA11]. Zum Zwecke der Dokumentation müssen die Kompetenzen der Mitarbeiter zunächst erhoben werden. Dazu dienen häufig Interviews und Beobachtungen. Es existieren verschiedene Werkzeuge zur Erhebung und Dokumentation der Kompetenzen, darunter auch IT-Werkzeuge. Beispiele sind der Kompetenz-Kompass der Fraunhofer Gesellschaft DIN PAS 1093 und der vom f-bb entwickelte Leitfaden zum *Kompetenzmanagement im Mittelstand* [Gel11]. Eine IT-gestützte Dokumentation von Kompetenzen erfolgt mit Hilfe von Talentmanagementsystemen [Kal13], Performancemanagementsystemen oder Lernmanagementsystemen [SS05]. Diese Form der Kompetenzmodellierung ist einerseits aufwändig, da sie nur explizit stattfindet und erfolgt häufig auch nur in recht grob definierten Kategorien. Durch den Abgleich des individuellen Kompetenzmodells eines Mitarbeiters mit Beschreibungen von Arbeitsplatzanforderungen lassen sich betriebliche Kompetenzbedarfe bestimmen.

Ein dem nachfolgend vorgestellten Ansatz ähnlicher Ansatz der impliziten Lernermodellierung findet sich in [LK13]. Die Autoren stellen das Lernmanagementsystem APOSDLE vor, in welchem die Berechnung der Wissens- und Kompetenzniveaus auf Basis von Interaktionen der Nutzer mit dem System stattfindet. Der Ansatz beruht auf der Annahme, dass Nutzeraktivitäten, sogenannte *knowledge indicating events* (KIE),

darauf hindeuten, dass ein Nutzer Wissen in einem bestimmten Themengebiet während der Bearbeitung einer bestimmten Aufgabe erworben hat. Es sind drei verschiedene Modelle integriert, die miteinander in Verbindung stehen: ein domänenspezifisches Modell, ein Aufgabenmodell und ein Nutzermodell. Für jede Aufgabe existiert ein domänenspezifisches Modell, das alle Elemente der Domain beinhaltet, die für die Aufgabe benötigt werden. Das Nutzermodell nutzt Informationen darüber, ob eine Aufgabe erfolgreich bearbeitet wurde, um auf Wissen in einem Themengebiet zu schließen. Zudem werden die für die Erledigung einer Aufgabe benötigten Kompetenzen definiert. Ein regelbasierter Algorithmus berechnet auf Basis der Nutzeraktivitäten in Verbindung mit dem Themengebiet den aktuellen Kompetenzgrad eines Nutzers.

Der Zielsetzung folgend sollen im nachfolgend beschriebenen Ansatz implizite und explizite Informationen zur Bestimmung des Kompetenzgrades verwendet werden. Im nachfolgend vorgestellten Modell sollen die Informationen aus heterogenen Quellen erfasst werden. Wie in [LK13] sollen lernbezogene Aktivitäten definiert und erfasst werden, die darauf hindeuten, dass neues Wissen erworben wurde. Im Gegensatz zu [LK13] sollen jedoch die Aktivitäten unterschiedlich gewichtet werden, da davon auszugehen ist, dass bestimmte Aktivitäten eher auf vorhandenes Wissen hindeuten als andere. Dadurch kann die Berechnung des Kompetenzgrades verfeinert werden.

3 Gestaltung des Lernermodells

Basierend auf den Zielsetzungen (1), bei eingehenden Fragen nur wenige Experten zu benachrichtigen, (2) Experten zu einem Thema zu empfehlen und (3) passende Lernmodule zu empfehlen, wird ein Lernermodell konzipiert, welches den Kompetenz- bzw. Erfahrungsgrad des Lernenden beschreibt. Eine wichtige Designentscheidung liegt in der Bestimmung des Detaillierungsgrad der zu verwendenden Lern- bzw. Themenbereiche als auch der Kompetenzniveaus.

Im Anwendungsbeispiel des Servicetechnikers im KFZ-Sektor beschreiben zwei Taxonomien den Lernbereich mit einer, laut der Aussage mehrerer langjähriger Trainingsexperten eines großen Automobilherstellers, praktikablen Genauigkeit. Die primäre Taxonomie zur Zuordnung des Kompetenzgrades ist die *Baugruppe des Fahrzeuges*, also z.B. des *Getriebes*. Dabei handelt es sich um eine mehrstufige Taxonomie. In Abbildung 1(a) ist die erste Ebene der Baugruppen zu sehen. Die ausgewählte Baugruppe wird in Abbildung 1(b) verfeinert.

Zur Verfeinerung der Zuordnung erfolgt die Verwendung einer zweiten Taxonomie des *Fahrzeugtyps*. Damit lässt sich beschreiben, dass ein Benutzer Kompetenzen im Themenfeld *Getriebe* nur bezüglich eines bestimmten Modells, also z.B. einer *B-Klasse von Mercedes* besitzt, aber eben nicht bzgl. eines *Getriebes im Actros*. Auf die Verwendung einer dritten Taxonomie, wie beispielsweise die *Lerntiefe*, wurde verzichtet. Beispiele für verschiedene Lerntiefen im konkreten Anwendungsfall sind „kann Bauteile identifizieren und Aufgaben zuordnen“ oder „kann Reparaturen am Bauteil ausführen“.

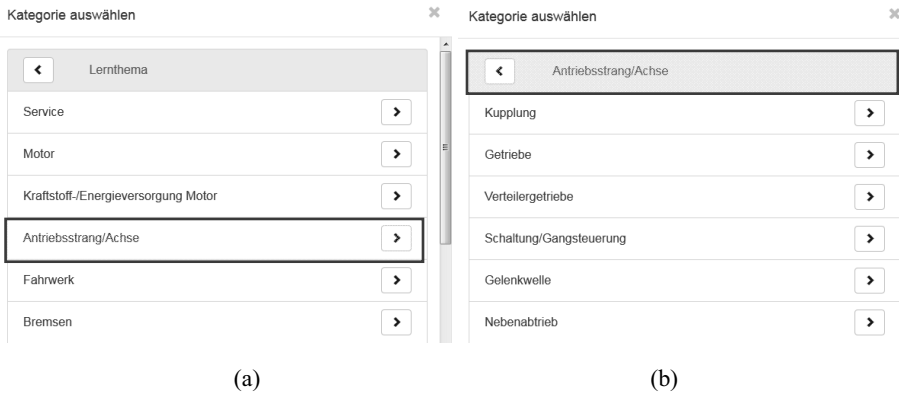


Abb. 1: Primäre Kategorie zur Beschreibung des Lernbereiches

Eine zu hohe Detaillierung steht nach Aussage der Trainingsexperten in Projekt im Widerspruch zu einer praktischen Nutzung, sollen die Kompetenzen beispielsweise dem Benutzer angezeigt oder zusätzlich zur impliziten Ermittlung von ihm explizit angegeben werden.

Feldname	Feldtyp	Beschreibung
timeStamp	Date	Zeitpunkt, an dem die Kompetenz berechnet wurde
userId	String	ID des Nutzers, auf den sich die Kompetenz bezieht
primaryTermId	String	ID des Taxonomiebegriffs aus der primären Kompetenz-taxonomie
secondaryTermIds	Array	Optional: Liste mit IDs (Strings) von Taxonomiebegriffen aus der sekundären Kompetenztaxonomie, die die Primärkompetenz weiter konkretisieren
source	String	Wert aus Enumeration: <ul style="list-style-type: none"> • CERTIFICATE – Kompetenz ist durch Zertifikat/Test/Prüfung belegt • OBJECTIVE_ASSESSMENT_SENIOR – Kompetenz stammt aus Einschätzung durch Vorgesetzten/Meister • OBJECTIVE_ASSESSMENT_PEER – Kompetenz stammt aus Fremdeinschätzung durch Kollegen • SELF_ASSESSMENT – Kompetenz stammt aus Selbsteinschätzung • COMPUTED – Kompetenz wurde aufgrund von Aktionen in der Lernumgebung berechnet
level	Integer	Grad der Kompetenz im Bereich $[0..K_{max}]$

Tab. 1: Lernermodell zur Kompetenzbeschreibung

Der Grad der Kompetenz wird als Zahlenwert im Wertebereich von 0 bis K_{max} angeben. Je höher der Wert, umso höher ist der Grad der Kompetenz des Nutzers. In der ersten Erprobung $K_{max} = 1000$ wird verwendet.

Entsprechend der Zielsetzung, heterogene Quellen zur Bestimmung des Grades der Kompetenz zu verwenden, sieht das Lernermodell vor, unterschiedliche Quelle zu unterscheiden und so jeweils zu vermerken, mittels welcher Quelle der Grad der angegebenen Kompetenz bestimmt wurde. Im Anwendungsbeispiel werden fünf Quellen unterschieden, wie in Tabelle 1 gezeigt. Neben der impliziten Berechnung auf Basis von Aktionen in der Lernumgebung gibt es einen durch ein Zertifikat nachgewiesenen Kompetenzgrad, der z.B. verwendet werden kann, wenn ein Servicetechniker eine Weiterbildung besucht hat, und verschiedenen Formen der Einschätzungen durch den Vorgesetzten, durch Kollegen sowie eine Selbsteinschätzung durch den Lernenden.

4 Berechnung der Kompetenzgrades eines Lernenden

Im vorhergehenden Abschnitt wurde dargestellt, dass das Lernermodell unterschiedliche Informationsquellen unterscheidet. Eine Quelle ist die automatische Berechnung des Kompetenzstandes basierend auf Aktionen in der Lernumgebung. Wie diese Berechnung erfolgt, wird nachfolgend näher beschreiben. Zudem können zu ein und demselben Lernbereich für einen Nutzer verschiedene Einträge existieren, wie in Tabelle 2 beispielhaft gezeigt wird. Wie in diesem Fall aus den unterschiedlichen Quellen ein zusammenfassender Kompetenzgrad berechnet wird, der für die drei oben genannten Zielsetzungen verwendbar ist, wird im Anschluss dargestellt.

Feldname				
userId	4810	4810	4810	4810
primaryTermId	Antriebs- strang	Antriebs- strang	Antriebs- strang	Getriebe
secondaryTermIds	B-Klasse	B-Klasse		B-Klasse
source	CERTIFIC ATE	COMPUTED	SELF_ASSES SMENT	COMPUTE D
level	600	540	400	580

Tab. 2: Beispiel des Kompetenzstandes eines Lernenden

4.1 Berechnung des Kompetenzgrades aus Aktionen in der Lernumgebung

Wenn eine Aktion in der Lernumgebung erfolgt, wird der berechnete Kompetenzgrad $KG_{COMPUTED}$ basierend auf dem bisherigen berechneten Kompetenzgrad neu berechnet. Unsere nachfolgend begründete Annahme ist, dass Aktivitäten eine unterschiedliche Qualität haben, Aussagen über bestehende und nicht bestehende Kompetenzen ermöglichen und daher die verschiedenen Aktionen unterschiedlich bewertet werden müssen.

Auf Basis einer Aktion kann sich zudem gleichzeitig die Bewertung des Kompetenzgrades mehrerer Nutzer ändern, wie am Beispiel der verschiedenen unterscheidbaren Aktionen im Frage-Antwort-System nachfolgend dargestellt:

- *Frage stellen*: Die Aktion *Frage stellen* deutet auf einen Wissensbedarf hin und reduziert dementsprechend den berechneten Kompetenzstand des Fragestellers.
- *Frage beantworten*: Die *Beantwortung einer Frage* deutet auf Wissen des Antwortenden im der Frage zugeordneten Lernbereich hin und erhöht dementsprechend den Kompetenzstand des Antwortenden. Die *beste Antwort* deutet auf einen hohen Kompetenzstand des Antwortenden hin.
- *Antwort positiv bewerten*: Bei einer positiven Bewertung durch den Fragesteller ist davon auszugehen, dass die Antwort ihm geholfen hat. Insofern erhöht sich sein Kompetenzstand. Die Erhöhung ist aber geringer als die Reduktion bei der Fragestellung, da die Antwort die Frage nicht hinreichend beantwortet haben könnte und zudem das Wissen nicht zwingend verinnerlicht ist. Wenn ein Dritter eine Antwort positiv bewertet, deutet das auf Wissen im dazugehörigen Lernbereich hin, sonst wäre eine Bewertung nicht möglich. Gleichzeitig bedeutet die positive Bewertung der Antwort durch einen anderen Nutzer, dass die Kompetenz des Antwortenden in diesem Lernbereich bestätigt wird.
- *Frage kommentieren, Antwort kommentieren*: Wie diese zwei weiteren Aktionen, die in der Plattform verfügbar sind, verwendet werden, ist aufgrund der noch geringen tatsächlichen Nutzung nicht eindeutig bestimmbar. Daher wird zum derzeitigen Zeitpunkt davon abgesehen, diese Aktionen in die Berechnung einzubeziehen.

Die Tabelle 3 zeigt, wie jeder Aktion eine bestimmte Regel zur Berechnung des Kompetenzgrades zugewiesen wird. Ist das berechnete Gewicht noch nicht initialisiert, weil der Lernende noch keine Aktion im Lernbereich durchgeführt hat, wird es bei der ersten Berechnung auf $3/8 * K_{max}$ gesetzt, wie im nachfolgenden begründet. Sollte aufgrund einer der Regeln ein negativer Kompetenzgrad oder ein Kompetenzgrad größer als K_{max} berechnet werden, wird der Wert auf 0 bzw. K_{max} gesetzt.

Aktion	Nutzer	Regel zur Berechnung des Kompetenzgrades
Frage stellen	Fragesteller	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} - 0,020 * K_{max}$
Frage beantworten	Antwortender	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} + 0,020 * K_{max}$
Beste Antwort	Antwortender	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} + 0,040 * K_{max}$
Antwort positiv bewerten	Fragesteller	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} + 0,005 * K_{max}$
	Antwortenden	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} + 0,010 * K_{max}$
	Dritter	$KG_{COMPUTED_{neu}} = KG_{COMPUTED_{alt}} + 0,005 * K_{max}$

Tab. 3: Regeln zur Aktualisierung des berechneten Kompetenzgrades bei Aktionen

Zur impliziten Berechnung des Kompetenzgrades auf Basis von Aktionen in der Lernumgebung müssen die Fragen und jeweiligen Antworten einem Lern- bzw. Themenbereich zugeordnet sein. Wie zuvor dargestellt, wird dieser durch eine primäre und sekundäre Taxonomie beschrieben. Eine Zuordnung kann durch den Nutzer bei der Eingabe einer Frage manuell erfolgen oder mittels des Auslesens der Fahrzeugdaten über einen OBD Leser, wie in [RD14] beschrieben. Unterbleibt diese Zuordnung, so wird ein bereits entwickeltes Verfahren zur Bestimmung der Textähnlichkeit verwendet [SBD+10]. Dieses Verfahren vergleicht den Fragetext mit allen Begriffen der primären Taxonomie und ordnet die Frage den jeweils als am ähnlichsten bewerteten Kategorien der primären Taxonomie zu, sofern der Ähnlichkeitswert des Verfahrens eine Schwelle überschreitet. Für die Zuordnung der Fragen zu Begriffen der sekundären Taxonomie wird ein einfaches Stringmatching verwendet, da es sich bei den Begriffen der sekundären Taxonomie um Modellbezeichnungen in Form von Abkürzungen wie *C05* handelt.

4.2 Berechnung des gesamten Kompetenzgrades aus heterogenen Quellen

Wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben (vgl. Tabelle 1) lässt sich je Quelle ein eigener Kompetenzgrad speichern. Für die Nutzung in Lerndiensten, z.B. zur Bestimmung der größten Kompetenzträger zu einem Lernbereich, ist es notwendig, diese einzelnen Werte je Quelle zu einem Wert zu aggregieren. Bei der Aggregation wird die unterschiedliche Vertrauenswürdigkeit der Quellen durch eine Gewichtung berücksichtigt. Initial werden die in Tabelle 4 angegebenen Gewichte verwendet, die aber bei Vorliegen von umfangreicheren Erfahrungen oder abhängig vom Szenario geändert werden können. Durch Prüfung nachgewiesenes Wissen erhält das höchste Gewicht, eine Selbsteinschätzung und der auf Basis der Aktionen berechnete Kompetenzgrad die geringsten Gewichte.

Quelle	Gewicht (Werte)
Belegt durch Zertifikat	$g_z = 0,40$
Einschätzung durch Vorgesetzten	$g_v = 0,25$
Einschätzung durch Kollegen	$g_k = 0,20$
Selbsteinschätzung	$g_s = 0,10$
Berechnet	$g_c = 0,05$

Tab. 4: Gewichte der verschiedenen Quellen

Da nicht für jeden einzelnen Kompetenzgrad ein Eintrag vorliegen muss, sind die Gewichte bei der Berechnung zu normalisieren (vgl. Formel (1)). Der Gesamtwert für den Kompetenzgrad eines Lernthemas berechnet sich dann als Summe der mit den angegebenen Werten gewichteten einzelnen Kompetenzgrade (vgl. Formel (2)).

$$N = \frac{1}{\sum_{q \in \{Z,V,K,S,C\} | \exists KG_q} g_q} \quad (1)$$

$$K_{gesamt} = N \times \sum_{q \in \{Z,V,K,S,C\} | \exists KG_q} KG_q \times g_q \quad (2)$$

5 Pflege und Nutzung des Lernermodells in Lernumgebung

Die nicht berechneten Kompetenzgrade, also Selbst- und Fremdeinschätzung, sind durch die Nutzer in der Lernumgebung einzugeben. Eine solche Eingabe sollte aus Gründen der Nutzbarkeit in Stufen erfolgen und nicht in numerischen Werten im Bereich 0 bis K_{max} , wie es das Lernermodell vorsieht. Die drei Stufen, Wissensbedarf, Basiswissen und Expertenwissen, wurden gemeinsam mit den Trainingsexperten im Projekt definiert. Diese Stufen lassen sich dann wie folgt Werte aus dem Wertebereich zuordnen:

- Wissensbedarf: $K_{max} * 1/8$
- Basiswissen: $K_{max} * 5/8$
- Expertenwissen: $K_{max} * 7/8$

Daneben gibt es noch die Möglichkeit, dass der jeweilige Kompetenzgrad nicht bestimmt und der entsprechende Eintrag im Lernermodell leer ist. Für die initiale Berechnung von $KG_{COMPUTED_{neu}}$ dann $KG_{COMPUTED_{alt}} = K_{max} * 3/8$ gesetzt, da es noch keinen berechneten Wert gibt, d.h. keine Aussage zum Kompetenzgrad aufgrund von Aktionen gemacht werden kann. Der Wert von $K_{max} * 3/8$ wurde gewählt, da so entsprechend der Regeln nach einigen durchgeführten Aktionen, die einen Wissensbedarf erkennen lassen, ein solcher berechnet wird, bzw. nach einigen durchgeführten Aktionen, die Wissen erkennen lassen, zunächst ein Basiswissen berechnet wird.

Der bestimmte Kompetenzgrad wird in der Lernumgebung verwendet, um im Themenbereich der Fragestellung kompetente Nutzer über neu gestellte Fragen zu benachrichtigen. Zudem werden die kompetenten Nutzer dem Fragsteller als Experten angezeigt, vgl. Abbildung 2. Insbesondere bei Beginn der Nutzung der Lernanwendung und in kleineren Nutzergruppen wird das Lernermodell nur dünn besetzt sein. Nicht für jeden Themenbereich, der durch die Kombination von zwei umfangreichen Taxonomien beschrieben ist, wird es Mitarbeiter mit Expertenwissen geben. Angenommen die Frage wird durch einen primären Term A (Baugruppe) und (optional) ein sekundärer Term B (Fahrzeugtyp) einem Themenbereich zugeordnet. Dann erfolgt die Bestimmung der Experten und der in

der Fragestellung kompetenten Nutzer in vier Schritten:



Abb. 2: Anzeige eine Frage mit Möglichkeit Kontaktdaten von Experten anzuzeigen

- (1) Suche nach einem Experten im primären Knoten A. Falls einer oder mehrere existieren, Suche über den sekundären Knoten B. Gibt es Treffer im sekundären Knoten, hat man einen oder mehrere universelle Experten zum Problem gefunden.
- (2) Gibt es keinen Treffer im sekundären Knoten, hat man einen "Quasi"-Experten gefunden, der sich zwar mit der Baugruppe auskennt, nur nicht mit dem konkreten Fahrzeugtyp.
- (3) Falls kein Experte im Knoten A existiert, sucht man in Unterbegriffen des Knotens A. Findet man einen Experten, der zudem über einen Treffer im sekundären Knoten hat, hat man einen Teilgebiets-Experten gefunden - anderenfalls einen Quasi-Teilgebiets-Experten.
- (4) Falls man auch in den Unterbegriffen von Knoten A keinen Treffer hat, sucht man im Elternknoten zum Knoten A in entsprechender Weise.

Aufgrund mangelnder Erfahrung, wie fein detailliert die manuelle Pflege des Lernermodells (Fremd- und Selbsteinschätzung) erfolgt, lässt sich keine Aussage treffen, ob im Schritt 3. oder 4. bessere Experten gefunden werden. Daher werden die Treffer beider Schritte verwendet, um sie über offene Fragen zu benachrichtigen oder sie als Experten zu empfehlen.

6 Ausblick

Bisher wurden die unterschiedlichen Regeln zur Berechnung des Kompetenzgrades, die Gewichtung der Quellen und die Einteilung der Kompetenzbereiche argumentativ begründet. Die damit getroffenen Annahmen gilt es in Zukunft zu evaluieren und ggf. anzupassen. So ist einerseits eine umfassende Erprobung der Lernumgebung in KFZ-Betrieben vorgesehen, an deren Ende die auf Basis der Aktionen berechneten Kompetenzgrade mit einer Selbsteinschätzung verglichen werden sollen. Die während der Studie gesammelten Daten sollen nachfolgend zur Anpassung der Gewichte und Regeln verwendet werden, indem bestimmt wird, bei welchen Parametereinstellungen die Abweichungen zwischen berechneten Grad und Selbsteinschätzung minimal sind. Weiterhin ist eine umfassende Nutzung der Lernumgebung durch Servicetechniker vorgesehen, die qualitativ evaluiert werden soll, um insbesondere Rückmeldungen zur Qualität der Lerndienste zu erhalten.

In den nächsten Entwicklungsschritten sollen einerseits Regeln für weitere Lernaktionen, insbesondere die Bearbeitung von in der Lernumgebung bereitgestellten Lernressourcen, implementiert werden. Umfassen diese Lernressourcen auch Elemente zur Überprüfung des Wissensstandes, lassen sich daraus recht zuverlässige Aussagen über den Wissensstand treffen. Andererseits soll die Komplexität einer Frage bei der Berechnung eines Kompetenzgrades Berücksichtigung finden. So kann eine sehr spezielle Frage auf vorhandenes Wissen in einem bestimmten Thema hinweisen, während eine sehr allgemeine Frage auf fehlendes Wissen hindeuten kann.

Danksagung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01 PF 10005B und des Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union (ESF) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literaturverzeichnis

- [BD08] Bougessa, M.; Dumoulin, S.; Wang, S.: Identifying authoritative actors in question-answering forums: the case of Yahoo! Answers. In Proceedings SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. 2008; S. 866-874
- [Col06] Collin, K.: Connecting work and learning: design engineers' learning at work. Journal of Workplace Learning 18(7/8), 403-413, 2006.

- [DRT14] Diaconita, I.; Rensing, C.; Tittel, S.: Getting the Information You Need, When You Need It: A Context-aware Q&A System for Collaborative Learning. In Proceedings of the 9th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL). 2014; S. 410-415.
- [GEL11] Geldermann, B: Kompetenzmanagement im Mittelstand, Personalprozesse strategisch ausrichten, Bertelsmann, 2011.
- [HA11] Hölbling, G.; Albrecht, R.: Kompetenz- und Wissensmanagement in der Praxis. In Loebe, H., Severing, E. (Hrsg.): Strategien gegen den Fachkräftemangel. Kompetenz- und Wissensmanagement im Mittelstand. WBV Verlag, 2011; S. 52-106.
- [JA07] P. Jurczyk, P.; Agichstein, E.: Discovering Authorities in Question Answer Communities by Using Link Analysis. In CIKM Proceedings. 2007; S. 919-922.
- [Kal13] Kallenborn, M.: Talent Management – Der Quantensprung im Personalmanagement, 2013. online unter my.page2flip.de/1331738/1417453/1417458/content/seite1.html
- [KA91] Kass, R.: Building a user model implicitly from a cooperative advisory dialog. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 1(3), 203-258, 1991.
- [LKI10] Li, B.; King, I.: Routing Questions to Appropriate Answerers in Community Question Answering Services. In CIKM Proceedings. 2010; S. 1585-1588.
- [LK13] Ley, T.; B. Kump, B.: Which User Interactions Predict Levels of Expertise in work-integrated Learning? In Proceedings of the 8th European Conference on Technology-enhanced Learning. 2013; S. 178-190.
- [RD14] Rensing, C.; Diaconita, I.: A Q&A system considering employees' willingness to help colleagues and to look for help in different workplace-related situations. In Proceedings 14th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). 2014; S. 701-705.
- [RZ12] Riahi, F.; Zolaktaf, Z.; Shafiei, M.; Milios, E.: Finding Expert Users in Community Question Answering. In WWW 2012 Companion Proceedings. 2012; S. 791-798.
- [SS05] Sauter, W, Sauter, A.: Vom Lern- zum Kompetenzmanagement, Steinbeishochschule Berlin, 2005.
- [SBD10] Scholl, P.; Böhnstedt, D.; García, R. D.; Rensing, C.; Steinmetz, R. (2010). Extended explicit semantic analysis for calculating semantic relatedness of web resources. In *Sustaining TEL: From Innovation to Learning and Practice*. 2010; S. 324-339.
- [SN09] Steiner, C.M.; Nussbaumer, A.; Albert, D.: Supporting Self-Regulated Personalised Learning through Competence-Based Knowledge Space Theory. *PolicyFutures in Education* 7(6), 645-661, 2009.
- [WRL11] White, R.W.; Richardson, M.; Liu, Y.: Effects of Community Size and Contact Rate in Synchronous Social Q&A. In Proceedings the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2011; S. 2837-2846.
- [ZC10] Zhou, Y.; Cong, G.; Cui, B.; Jensen, C.; Yao, J.: Routing Questions to the Right Users in Online Communities. In: *IEEE Proceedings*. 2009; S. 700-711.