

Entwicklungsassistenz zum Entwurf Innermaschineller Verfahren für Verarbeitungsmaschinen

Paul Weber, Lukas Oehm, Sebastian Carsch, Andre Schult und Jens-Peter Majschak

1 Einleitung

Zur Herstellung und Verpackung von Konsumgütern wie Lebensmitteln, Getränken und Pharmazeutika werden hochautomatisierte Verarbeitungsmaschinen eingesetzt. Die Entwicklung dieser Maschinen erfordert die Anwendung und Zusammenführung spezieller Kenntnisse aus unterschiedlichen Wissensdomänen, wie bspw. Maschinenbau, Lebensmittel-, Kunststoff- und Automatisierungstechnik, sowie den Umgang mit volatilen, oft unbekanntem und nur begrenzt bestimmbar Eigenschaften von Naturstoffen. Aufgrund dieser branchenspezifischen Besonderheiten stellt insbesondere die Definition des Innermaschinellen Verfahrens (IMV) als Funktions- und Prinzipstruktur im Funktionsbereich Stoff in einer frühen Phase der Maschinenentwicklung eine besondere Herausforderung dar. Die Arbeit in dieser Entwicklungsphase ist vor allem durch ein heterogenes Informationsumfeld geprägt, welches die Anwendung des Erfahrungswissens von einzelnen Entwicklenden unabdingbar macht (Hacker 1992). So wird insbesondere bei der im Mittelpunkt stehenden Lösungssuche für das IMV, neben dem vorhandenen Fachwissen, dieses Erfahrungswissen genutzt, um den Zeit- und Kostenzielen der Entwicklung gerecht zu werden und rasch zu geeigneten Lösungen für die vorliegende Entwicklungsaufgabe zu gelangen (Turki 2014). Dabei bleiben jedoch oftmals potentielle Lösungsmöglichkeiten durch das stereotypische Vorgehen unberücksichtigt und mögliche Alternativen, die etwaige Vorteile mit sich bringen, werden nicht betrachtet (Badke-Schaub & Frankenberger 2004). Erfahrungen einer Person können zudem nur dann einfließen, wenn diese in der aktuellen Problemlösesituation verfügbar ist

und sie diese Erfahrungen auch mit dieser Situation assoziiert. Die demografische Entwicklung und die zunehmende Fluktuation der Mitarbeitenden erschweren die bedarfsgerechte Verteilung des Erfahrungswissens und fordern die Unternehmen somit heraus, das Erfahrungswissen der Mitarbeitenden aus der frühen Entwicklungsarbeit, aber auch aus anderen Bereichen der Produktentwicklung und -entstehung sowie aus dem Einsatz des fertigen Produktes selbst, als Wettbewerbsvorteil dauerhaft zu sichern (Schley et al. 2008). Werden durch den Mangel an Erfahrungswissen bei der Definition des IMV Entscheidungen ohne fundierte Kenntnis der jeweils zusammengestellten Prinziplösungen getroffen, kann dies bei der weiteren Entwicklungsarbeit zu neuen Herausforderungen und somit zu kosten- und zeitintensiven Iterationsschleifen führen. Der Arbeitsanteil in der Konzeptphase ist, gemessen am gesamten Entwicklungsaufwand im Verarbeitungsmaschinenbau, besonders hoch. Dies wird bedingt durch wechselnde Randbedingungen für gleiche oder ähnliche Verarbeitungsaufgaben und durch hohe Innovationsraten in der Konsumgüterentwicklung, insbesondere bei der Konsumgüterverpackung. Vor allem durch Marketing getriebene, neue Lösungen und Details erfordern nicht selten eine Anpassung „bewährter“ IMV. Gerade hier werden aber wesentliche Voraussetzungen für einen effizienten und sicheren Betrieb der zu entwickelnden Systeme gelegt. Demzufolge tragen die Entwickelnden besonders in der Konzeptphase erhöhte Verantwortung für Entwicklungs- sowie Herstell- und Betriebskosten der geplanten Maschine (Majschak 1997). Unterstützungsmöglichkeiten in Form softwarebasierter Assistenzsysteme für die Definition des IMV und die damit verbundene Suche nach verarbeitungstechnischen Prinziplösungen unter Einbeziehung von Erfahrungswissen sind für diesen frühen Entwicklungsschritt bisher nicht verfügbar, aber im Zuge fortschreitender Modularisierung umso wünschenswerter. Im Folgenden wird daher die Konzeption eines solchen softwarebasierten Assistenzsystems im Rahmen des Forschungsprojekts „Smarte Werkbank - Grafisches Assistenzsystem für die interdisziplinäre Entwicklung von produktionstechnischen Systemen“ vorgestellt.

2 Systematische Entwicklung des Innermaschinellen Verfahrens

Bei der Entwicklung einer Verarbeitungsmaschine werden deren zukünftige Eigenschaften, ausgehend von einer gestellten Verarbeitungsaufgabe, festgelegt. Diese definiert dabei im Verarbeitungsprozess das konkrete Ziel einer

stofflichen Veränderung eines oder mehrerer Verarbeitungsgüter (VG) nach einem bestimmten Verfahren zu einem geforderten End- oder Zwischenprodukt (Heidenreich 1978). Das IMV, welches bereits zu Beginn der Entwicklungsarbeit in der Konzeptphase erstellt wird, enthält dazu die Darstellung des zeitlichen und funktionellen Ablaufs der Zustandsänderungen des VG bzw. mehrerer VG. Eine gestellte Verarbeitungsaufgabe kann durch verschiedene IMV, die sich hinsichtlich

- Ausbringung,
- Qualität,
- Flexibilität und
- Zuverlässigkeit

der zukünftigen Maschine und ihrem jeweiligen Umsetzungsaufwand unterscheiden, erfüllt werden (Bleisch et al. 2014). Das IMV kann dahingehend auf zwei Abstraktionsebenen dargestellt werden. Die Verknüpfung mit Hilfe verarbeitungstechnischer Funktionen, die verarbeitungstechnischen Vorgangsguppen wie dem Trennen, Speichern, Fügen, Formen, Fördern, Dosieren sowie Ordnen zugeordnet sind, kann als Verfahrensprinzip bezeichnet werden. Eine Spezifizierung dessen stellt das Arbeitsprinzip dar, welches statt der Funktionen Prinziplösungen zur Realisierung der Verarbeitungsaufgabe verknüpft (Tränkner 1980). Der Zusammenhang zwischen verarbeitungstechnischer Funktion, verarbeitungstechnischer Prinziplösung und am VG hervorgerufener Eigenschaftsänderung ist nachstehend dargestellt (siehe Abbildung 1).

Grundlage für das systematische Gesamtvorgehen zur Erstellung des IMV bildet eine Anforderungsliste, bspw. in Form eines Lastenheftes. Initial wird in einer Analysephase mit der Bearbeitung der Verarbeitungsgut- und Funktionsdefinition begonnen. Während ersterer wird das am Eingang und am Ausgang der künftigen Prozesskette vorliegende VG spezifiziert. Dazu werden Taxonomien genutzt, die die VG hinsichtlich ihrer Materialzusammensetzung und äußeren Geometrie charakterisieren und eine Formulierung dieser auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen erlauben.

Bei der Funktionsdefinition werden auf ähnliche Weise Haupt- und zugehörige verarbeitungstechnische Teilfunktionen angelegt. Das Definieren von Hauptfunktionen erlaubt das grundlegende Bestimmen der künftigen Ma-

schinenfunktionalitäten. Die darauf basierende Auswahl von verarbeitungstechnischen Teilfunktionen aus einer dafür vorgesehenen Taxonomie erlaubt die Konkretisierung dieser Hauptfunktionen und bildet die Basis für die anschließende Prinziplösungssuche.

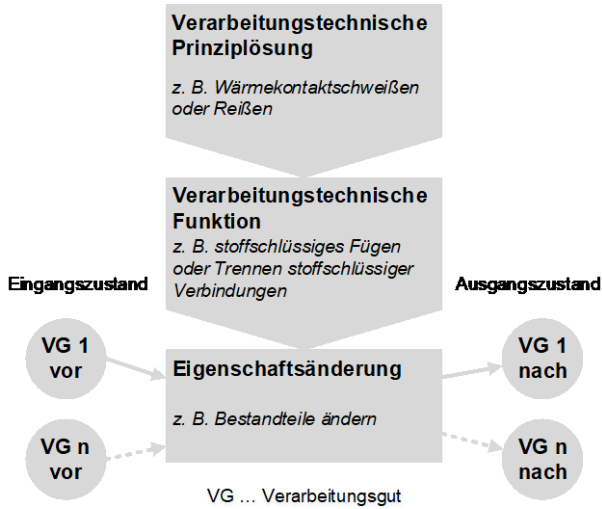


Abbildung 1: Komponenten des verarbeitungstechnischen Vorgangs nach (Majschak 1997)

Ziel dieser Phase ist die Identifikation und Abgrenzung eines Lösungsraumes, der bevorzugte Prinziplösungen zur Realisierung der Teilfunktionen enthält. Dazu kann ein Lösungskatalog vorhandener verarbeitungstechnischer Prinziplösungen, prototypisch als Wissensspeicher Verarbeitungstechnik angelegt (Goldhahn 1969), genutzt werden. Dieser enthält eine systematische Sammlung bekannter Prinziplösungen zu diversen verarbeitungstechnischen Funktionen mit Angaben zur jeweiligen Funktionsweise und Struktur sowie mit Hinweisen zur Auslegung. Der systematische Zugriff auf dieses Wissen kann dabei über ein Sichtenmodell realisiert werden, welches ein paralleles Abarbeiten von Lösungsalternativen sowie eine Lösungssuche nach unterschiedlich konkreten Anforderungen unterstützt (Majschak 1997). Zur abstrahierten Formulierung der Suchanfrage mit Hilfe des Sichtenmodells werden dabei die Taxonomien der Komponenten des verarbeitungstechnischen Vorganges (siehe Abbildung 1) genutzt. Zusätzlich sind weitere Krite-

rien für die Zusammenstellung des Lösungsraumes heranzuziehen. Das Erfahrungswissen zu Prinziplösungen ermöglicht dabei Aussagen zur Anwendbarkeit einer Lösung bei der konkret vorliegenden Problemstellung, indem es über Analogiebetrachtungen den Bezug zur vorherigen Anwendung der Lösung in anderen Projekten herstellt und somit die bisherige Umsetzung einschätzbar macht. Dabei werden u. a. Aspekte der prinzipiellen funktionalen Eignung, der Zuverlässigkeit und der Effizienz bewertet.

Final werden in Frage kommende, alternative Prinziplösungen in Zuordnung zu den definierten Teilfunktionen, bspw. in Form eines morphologischen Kastens, zusammengestellt. Die Zusammenstellung, ergänzt um die definierten VG, dient folgend dem Synthetisieren des IMV. Je nach Konkretisierungsanforderung können dabei zunächst Teilfunktionen aus der Zusammenstellung untereinander mit VG in Form des Verfahrensprinzips verknüpft werden (Abbildung 2). Ziel der Synthese ist die Darstellung mit Hilfe des Arbeitsprinzips, da sie die finale Grundlage für die weitere Entwicklungsarbeit darstellt. Zur Erstellung werden dabei aus dem Vorrat in Frage kommender Lösungen entsprechend der aus den Anforderungen stammenden Bewertungen geeignete ausgesucht und in Gestalt des Arbeitsprinzips des IMV so angeordnet, dass das VG gemäß der Verarbeitungsaufgabe schrittweise über entsprechende Zwischenzustände vom Anfangs- in den Zielzustand versetzt wird. Alternativ kann ebenso, über die Zuordnung der ausgewählten Lösungen zu einem bestehenden Verfahrensprinzip, das Arbeitsprinzip kreiert werden. Demnach kann die Synthese des Arbeitsprinzips direkt oder über mehrere Transitionsschritte erfolgen (siehe Abbildung 2). Das transitorische Vorgehen wird dann notwendig, wenn Prinziplösungen für bestimmte Teilfunktionen offengehalten und für andere Teilfunktionen, bspw. durch unternehmensinterne Restriktionen oder Vorgaben, sofort zugeordnet werden.

Bei der Verknüpfung der Elemente aus der beschriebenen Zusammenstellung ist darauf zu achten, dass diese Elemente untereinander verträglich sind. Hierbei kann ebenso die Bedeutung des beim Entwickelnden vorhandenen Erfahrungswissens hervorgehoben werden. Mitarbeitende können so mit Hilfe ihrer bereits erlangten Entwicklungserfahrungen die Kompatibilität von Prinziplösungen, bezogen auf die aktuelle Problemstellung, einschätzen und bei der Synthese berücksichtigen. Somit ist gerade bei diesem Syntheseschritt die Erfahrung des Entwickelnden maßgebend für die Sicherstellung

der Funktionsfähigkeit und die damit verbundene, perspektivische technische Umsetzbarkeit des IMV. Die Kompatibilität kann darüber hinaus mit Hilfe verschiedenster Kriterien formal beschrieben werden. Zum Beispiel kann so auf Ebene des Arbeitsprinzips geprüft werden, ob die jeweiligen VG-Zustände am Eingang und Ausgang von Teilprozessen konsistent zueinander passen. Im einfachsten Fall betrifft dies die Klasse und geometrischen oder rheologischen Eigenschaften des VG in der jeweiligen Verarbeitungsstufe.

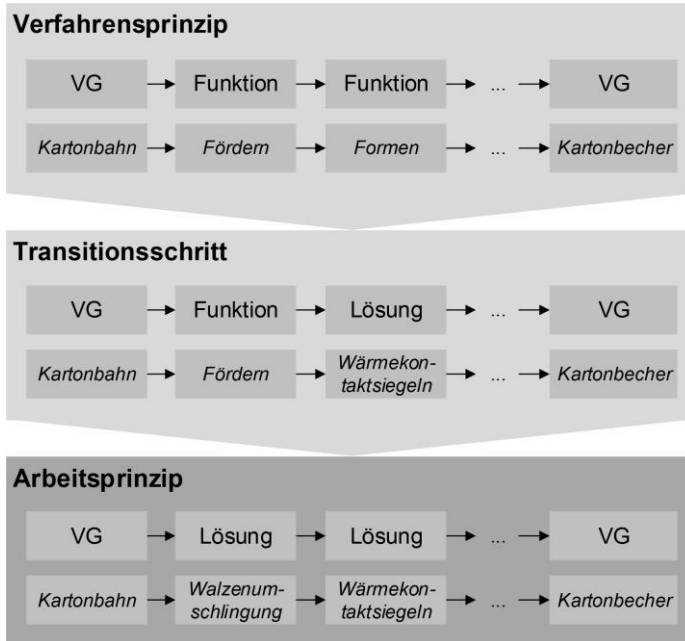


Abbildung 2: Darstellungsebenen des IMV

Die erläuterten Arbeitsschritte der systematischen IMV-Erstellung (siehe Abbildung 3) können beliebig oft und iterativ durchlaufen werden. Das Abarbeiten der Phasen wird stetig durch Bewertungs- und Auswahlprozesse begleitet. Dabei kommen implizite oder methodisch formalisierte Bewertungsverfahren zum Einsatz und helfen, die Prinzipiellösungsvielfalt weiter einzuschränken und bei Vorliegen mehrerer IMV-Varianten die Wahl einer Vorzugsvariante zu treffen.

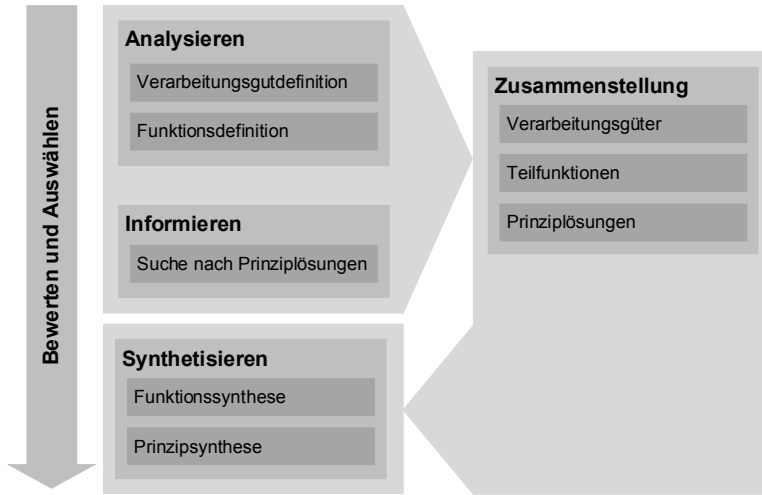


Abbildung 3: Methodisches Gesamtverfahren für die Erstellung des IMV

3 Konzeptionierung des Assistenzsystems zur Umsetzung der Systematik

3.1 Beschreibung der Systemarchitektur

Das Assistenzsystem wird in einer Systemarchitektur umgesetzt, bei der das Fachwissen und das kollektive Erfahrungswissen in Wissensbasen abgelegt wird, auf die die Mitarbeitenden Zugriff über Clients haben. Das System weist dabei grundlegend drei Komponenten auf (siehe Abbildung 4).

Die Komponente der Entwicklungsassistenz verfügt über eine Benutzeroberfläche, die das Er- und Bearbeiten des Produktdatenmodells (PDM) für das IMV nach dem geschilderten, systematischen Vorgehen unterstützt. Während der Erstellung des IMV kann der Nutzer auf die angebundene Wissensbasis zugreifen, die Fachwissen zu verarbeitungstechnischen Prinziplösungen sowie bereits erzeugte PDM für das IMV enthält. Dieses Wissen kann somit in die Entwicklung des aktuellen IMV einfließen. Kerninhalt der Entwicklungsassistenz ist die unterstützte Prinziplösungssuche, während dieser Nutze eine vorgeschlagene Lösungsraum anforderungsgerecht und problembezogen über das Sichtenmodell filtern können. Dem gegenüber steht die Komponente der Erfahrungsassistenz mit einer separat aufrufbaren Benutzeroberfläche. Erfahrungswissen, bspw. zu verarbeitungstechnischen

Prinziplösungen und zu erzeugten PDM des IMV, kann hier eingegeben und semantisch annotiert werden. Dazu werden strukturierte und semistrukturierte Inhalte auf den Seiten eines semantischen Wikis erfasst. Das wiki-basierte System kann dabei ohne tiefgreifende IT-Kenntnisse an die Bedürfnisse eines Unternehmens angepasst werden.

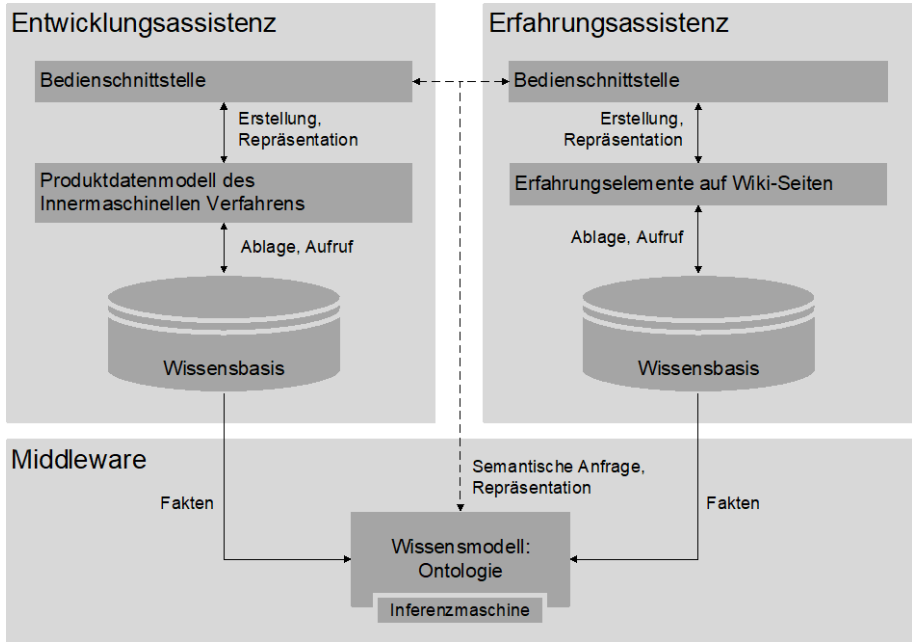


Abbildung 4: Grundlegende Systemarchitektur für die Entwicklungs- und Erfahrungsassistenten

Die formale Strukturierung und semantische Verknüpfung des Wissens aus den Wissensbasen wird durch ein Wissensmodell realisiert, welches dazu in der Middleware-Komponente eine modular aufgebaute Ontologie verwendet. In einem Modul der Ontologie wird das Wissen der Verarbeitungstechnik semantisch durch Konzepte, Attribute, Relationen sowie Regeln formalisiert. Über Relationen ist dieses Modul an ein Grundmodul angeschlossen, in dem die Strukturierung und Klassifizierung von Erfahrungselementen für das semantische Wiki definiert ist. Neben der Ontologie ist in der Komponente der Middleware eine Inferenzmaschine eingegliedert, die bei semantischen Suchanfragen, welche über die Bedienschnittstellen gestellt werden können,

die Wissensbasen auf Grundlage des Wissensmodells auswertet und so zielgerichtet bei der Wissenszusammenstellung unterstützt. Der Datentransfer wird dabei über die standardisierte SPARQL-Schnittstelle realisiert. Die Middleware kann somit die Inhalte aus der Wissensbasis der Entwicklungsassistenz mit den Erfahrungselementen aus der Wissensbasis der Erfahrungsassistenz anreichern. So steht, neben dem Fachwissen, auch Erfahrungswissen zu konkreten verarbeitungstechnischen Prinziplösungen bereit, welches bei Entscheidungsprozessen herangezogen werden kann. Die Eingabe von Erfahrungswissen ist nicht nur, wie eingangs beschrieben, über die Bedienschnittstelle des Wikis der Erfahrungsassistenz möglich. Erfahrungswissen zu konkreten Prinziplösungen kann ebenso mit Hilfe von Plugins über die Bedienschnittstelle der Entwicklungsassistenz erfasst werden, insofern systemintern über die Middleware eine Repräsentation des eingepflegten Erfahrungswissens als Erfahrungselement auf einer Wiki-Seite der Erfahrungsassistenz erzeugt wird (siehe Abbildung 4).

Vorteil der Komponentenaufteilung des Systems ist die modulare Erweiterbarkeit. Soll Erfahrungswissen aus anderen Bereichen der Entwicklung oder zu anderer Domänen hinterlegt werden, kann das Wissensmodell entsprechend angepasst und erweitert werden. Dazu werden die benötigten Konzepte und Relationen in einem erweiterten Modul für das Wissensmodell erfasst und mit den bestehenden Modulen verknüpft. Damit kann, unabhängig von der Entwicklungsassistenz, für die Konzeptphase im Verarbeitungsmaschinenbau und dem zugehörigen, spezifischen Modul der Ontologie des Wissensmodells die Erfassung und Nachnutzung von Wissen erfolgen.

3.2 Integration von Erfahrungswissen

Erfahrungswissen wird somit vor allem über die Erfahrungsassistenz in der zugehörigen Wissensbasis hinterlegt, indem dieses in Form von Erfahrungselementen auf den Seiten des Wikis repräsentiert wird. Erfahrungselemente sind dabei divers und können bspw. als Besprechungsnotizen, Erfahrungsberichte, Expertenreferenzen und Handlungsanweisungen definiert sein. Über vorgefertigte, anpassbare Formulare des Wikis für die verschiedenartigen Erfahrungselemente werden letztere durch Nutzende eingegeben. Somit werden Redundanzen verhindert und die semantische Annotation der

Elemente, für welche die im Wissensmodell hinterlegten Konzepte, Relationen und Instanzen genutzt werden, wird unterstützt. Folglich können Erfahrungselemente bedarfsgerecht über semantische Suchabfragen wiedergefunden und zugeordnet werden. Grundlegend werden dazu Repräsentationen der Bestandteile des Wissensmodells auf Wiki-Seiten verwendet und den, ebenso auf Wiki-Seiten gefassten, Erfahrungselementen über semantische Attribute zugeordnet. Da das Prinzip des Umgangs mit einem Wiki in vielen Unternehmen etabliert ist, wird es so unkompliziert für alle Nutzenden möglich, eigene Erfahrungselemente einzupflegen. Die integrierte Diskussionsfunktion ermöglicht zudem den Austausch zu konkreten Erfahrungselementen und begünstigt somit den Erfahrungstransfer und die kollektive Prüfung angelegter Elemente.

Auch in der Komponente der Entwicklungsassistenz kann Erfahrungswissen aufgefasst und in der zugehörigen Wissensbasis abgelegt werden, indem das zur IMV-Erstellung dokumentierte Vorgehen kontextbasiert gespeichert und u. a. durch in der Wissensbasis abgelegte, durchgeführte Vergleichsprozesse angereichert wird. Bei aktuellen Entwicklungsprojekten mit Anforderungen, die auch in vergangenen Projekte in ähnlicher Weise gestellt wurden, kann das jeweils zugehörig abgelegte, vorhandene Wissen und Vorgehen genutzt werden, um die Entwicklungszeit zu verkürzen und etablierte Lösungen nach Gegenprüfung ihrer Eignung zu nutzen. Zusätzlich ermöglicht eine integrierte Bibliothek das Ablegen und Strukturieren von

- definierten VG mit ihren zugeordneten Geometrien und Materialen,
- definierten Hauptfunktionen einschließlich zugehöriger Teilfunktionen,
- Vergleichsvorlagen mit verwendeten Vergleichskriterien und ihrer Wichtungen untereinander, sowie
- erstellten Filtermasken für die Suche und Auswahl von Prinziplösungen.

Durch die Funktionalitäten der Bibliothek kann so nicht nur Zeit in Hinblick auf das Neuanlegen häufig verwendeter Elemente gespart, sondern vor allem die vereinfachte Weitergabe von Erfahrungswissen begünstigt werden, indem etablierte Elemente und Vorgehensweisen für alle betreffenden Mit-

arbeitenden durch das Teilen der Bibliothek zugänglich werden. Erfahrungswissen wird auch bei der Filterung des Lösungsraumes während der Prinzipiellösungssuche genutzt. Lösungen werden hier hinsichtlich ihrer Nutzerbewertungen, z. B. durch vergebene Punkte, und der Häufigkeit ihrer unternehmensinternen Verwendung analysiert und gegenübergestellt.

3.3 Prototypische Teilumsetzung des Konzepts

Im Verlauf der Konzeptionierungsarbeit wurden zukünftige Systemfunktionalitäten der Entwicklungsassistenz grundlegend durch die Anfertigung von UML-Diagrammen hergeleitet und dokumentiert, sodass ein Lastenheft für einen prototypischen Demonstrator vorliegt. Qualitative Anforderungen, bzgl. der systemseitigen Integration von Erfahrungswissen, liegen als Ergebnis von Expertenbefragungen, die im Rahmen des zugrundeliegenden Forschungsprojektes mit Projektpartnern durchgeführt wurden, vor. Durch die partielle, prototypische Umsetzung wird das Konzept nun prüfbar. Im Rückschluss können die aus dieser Anwendung gewonnenen Erkenntnisse in die Vertiefung und Weiterentwicklung des Konzeptes einfließen.

Hervorzuheben ist dabei der Prototyp für die künftige Bedienschnittstelle der Entwicklungsassistenz, der das Konzept greifbar darstellt. Basis der Entwicklung dieses Prototyps sind initial erstellte User-Flows. Diese zeigen auf, über welche Funktionalitäten Nutzende in welcher spezifischen Reihenfolge mit der künftigen Bedienschnittstelle interagieren, um Teilarbeitsschritte der IMV-Erstellung bewältigen zu können. Durch die Auseinandersetzung mit diesen User-Flows ist es möglich, Defizite in der Führung von Nutzenden zu erkennen und zu optimieren, sodass auf dieser Basis Wireframes kreiert werden können. Die erstellten Wireframes repräsentieren die für die Interaktion verwendeten Dialogarten und -bausteine in ihrer grundlegenden Ausprägung und Anordnung. Ein die Wireframes vertiefendes, implementiertes, dynamisches HTML-Mockup zeigt die perspektivische Interaktion anhand eines Beispielsszenarios auf.

Exemplarisch wird auf Abbildung 5 ein Wireframe für die Ansicht auf ein gesamtes IMV-Entwicklungsprojekt aufgezeigt. Die Darstellung ist dabei noch frei von grundsätzlichen Designelementen und gewährt einen Überblick über die Strukturierung der Bedienschnittstelle. Zusammengeordnete Prinzipiellösungen in Zuordnung zu angelegten Haupt- und Teilfunktionen, sowie definierte

VG werden im Bildzentrum in einem Baukasten gesammelt dargestellt, wobei in der aktuellen Ansicht die definierten Funktionen mit einigen zugeordneten Prinziplösungen im Vordergrund stehen. Links wird der Baukasten durch bereits im aktuellen Projekt entwickelte IMV-Schemen flankiert. Die beschriebenen Bildbereiche sind flexibel in ihrer Größe durch Verschieben anpassbar, sodass die Ansicht immer auf den jeweiligen Arbeitsschritt individuell fokussiert werden kann und ein iteratives Arbeiten möglich bleibt. Auf der rechten Bildseite befindet sich die bereits erläuterte Bibliothek samt exemplarisch abgelegten Bibliothekselementen, die angepasst an den im Zentrum stehenden Arbeitsschritt aufgerufen und verwendet werden können. Die beispielhaft dargestellten Inhalte des Wireframes beziehen sich auf ein Szenario zur Entwicklung einer Kartonumformmaschine.

Neben der Konzeptionierung und prototypischen Umsetzung der Bedienschnittstelle liegt ebenso eine erste Implementierung des Erfahrungswikis vor, die mit Hilfe eines Semantic Media Wikis realisiert wurde, um die Repräsentation von Bestandteilen des Wissensmodells in einem Wiki zu prüfen. Erfahrungselemente können so testweise angelegt und semantisch annotiert werden. Beispielhaft wird auf Abbildung 6 dargestellt, wie im prototypischen Erfahrungswiki einem Erfahrungselement durch semantische Attribute Modellelemente aus dem Wissensmodell, die auf Wiki-Seiten repräsentiert sind, zugeordnet werden. Die Implementierung dieser Zuordnung erfolgt im Semantic Media Wiki über den Befehl „*[[Attribut::Attributwert]]*“. So wird dem Erfahrungselement 15, das einen Erfahrungsbericht repräsentiert, beispielsweise das VG-Material „Karton und Pappe für Verpackungszwecke“ über „*[[EEHatElementzuordnungVGMaterial::KartonUndPappeFuerVerpackungszwecke]]*“ zugeordnet. Analog wird das betreffende Erfahrungselement mit der Prinziplösung „Tiefziehen mit starrem Werkzeug durch“ „*[[EEHatElementzuordnungPrinziplsg::Tiefziehen mit starrem Werkzeug]]*“ in Kontext gesetzt. Durch diese semantische Zuordnung wird das spätere Auffinden des Erfahrungsberichtes erleichtert. Die annotierten Erfahrungselemente können damit nicht nur im Erfahrungswiki der Erfahrungsassistenz selbst, sondern perspektivisch auch in der Entwicklungsassistenz genutzt werden, da das gemeinsame Wissensmodell und seine wiki-interne Repräsentation die Zuordnung ermöglichen.

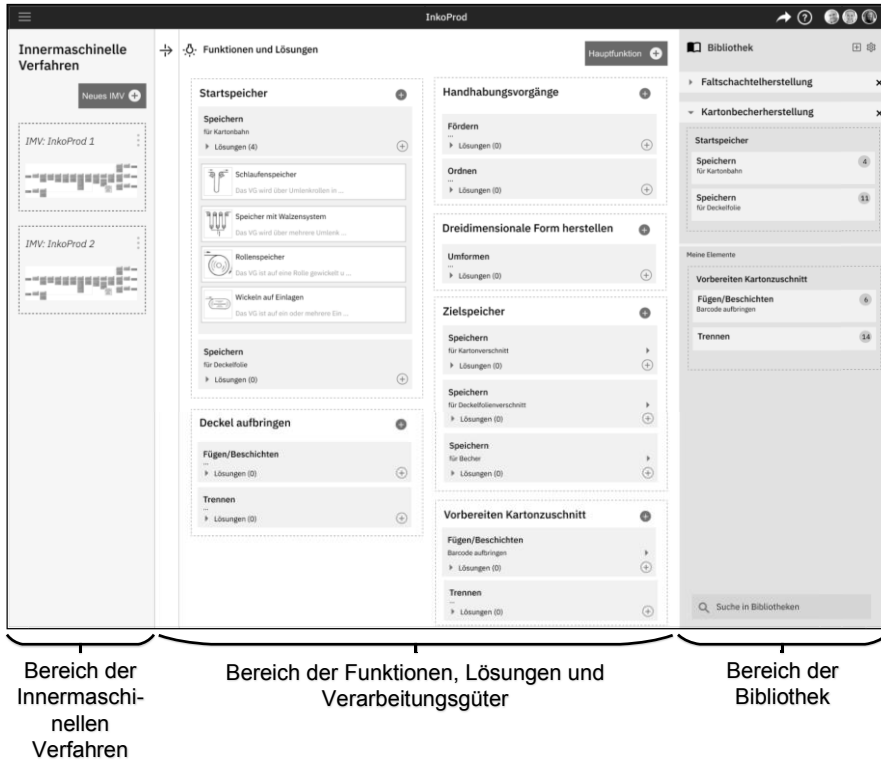


Abbildung 5: Wireframe der Gesamtprojektansicht mit hervorgehobenen Funktionen und Lösungen für ein ausgewähltes Beispielszenario

Seite Diskussion

EE15

| | |
|--------------------------------|---|
| Titel | Aspekte der Dimensionierung zur Umsetzung des Ziehprozesses in der Maschine |
| Bereich | Konstruktion |
| Art | Erfahrungsbericht |
| Primärzuordnung | Tiefziehen mit starrem Werkzeug |
| freie Tags | Dimensionierung, Prozessfehler, Konstruktion, Fertigung, Rissgefahr, Auslegung, Konstruktion |
| Wissensmodell-Elementzuordnung | Prinziplösung Tiefziehen mit starrem Werkzeug VG-Material KartonUndPappeFuerVerpackungszwecke |
| Autor | Paul Weber |

Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung der semantischen Annotation in der Tabelle einer Wiki-Seite im Semantic Media Wiki

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem Ziel, die Definition des IMV und die damit verbundene Suche nach verarbeitungstechnischen Prinziplösungen unter Einbeziehung von Erfahrungswissen zu unterstützen, wurde ein Softwarekonzept für ein Assistenzsystem erarbeitet. Dieses schlägt die Teilung des Systems in eine Erfahrungs- und Entwicklungsassistenten einschließlich eines die zugehörigen Wissensbasen verbindenden Wissensmodells vor. Prototypische Teilumsetzungen veranschaulichen dabei das Konzept. Der entstandene, prototypische Demonstrator für die Bedienschnittstelle der Entwicklungsassistenten zeigt, anhand eines konkreten Beispielszenarios, die mögliche, künftige Interaktion. Ein weiterer, mit Hilfe von Semantic Media Wiki implementierter Demonstrator verdeutlicht das Vorgehen bei der semantischen Annotation von Erfahrungselementen mit Konzepten, Relationen und Instanzen des Wissensmodells.

In kommenden Arbeiten wird diese prototypische Umsetzung ausgebaut, indem im Erfahrungswiki die Integration von Erfahrungswissen aus anderen Bereichen der Entwicklung, Fertigung, Montage und Inbetriebnahme ergänzt und anschließend erprobt wird. So ist u. a. die systematische Bereitstellung von konstruktiven Umsetzungsmöglichkeiten für Prinziplösungen im System vorgesehen, um diese schon in der Konzeptphase bei der Lösungswahl zur Bewertung z. B. hinsichtlich des Umsetzungsaufwandes hinzuziehen zu können und Anhaltspunkte für die weitere Entwicklung zu geben. Dahingehend wird eine Erweiterung des bestehenden, konzeptionierten Wissensmodells notwendig. Der automatisierte Import und Export einer implementierten Ontologie des Wissensmodells in und aus dem Erfahrungswiki wird ebenfalls prototypisch realisiert. In Hinblick auf die Umsetzung der Entwicklungsassistenten wurde bereits mit der Erstellung eines Demonstrators zur Verknüpfung von Teilfunktionen und Prinziplösungen zu einem IMV begonnen. Dabei stehen vor allem Kompatibilitätskriterien von Prinziplösungen untereinander im Vordergrund. Ihre Verwendung kann mit Hilfe des entstehenden Demonstrators erprobt werden.

Schließlich wird das Gesamtkonzept um das Prinzip des Fallbasierten Schließens erweitert, sodass die Wiederverwendung des Wissens aus vergangenen Projekten in aktuellen Entwicklungsaufgaben der Konzeptphase ermöglicht wird. Dazu werden die jeweils zugehörigen Problem- und Anforderungsbeschreibungen auf Grundlage der Funktions- und Verarbeitungsgutdefinition

verglichen. Bei Übereinstimmung oder Ähnlichkeit lässt sich dann das Wissen aus dem vergangenen Projekt auf das aktuelle angepasst übertragen. Eine besondere Herausforderung stellt dabei insbesondere die Definition von geeigneten Kriterien zur Bewertung der Ähnlichkeit dar. Abschließend sind neben dem bisher verwendeten Beispielszenario der Kartontiefziehmaschine weitere Szenarien mit dem Konzept aufzufassen, um die aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ableitbaren Nutzen für Unternehmen validieren zu können. Dabei sollen die entstandenen Demonstratoren genutzt werden.

5 Danksagung

Das Forschungsprojekt „Smarte Werkbank“, in dessen Rahmen die vorgestellte Konzeption erarbeitet wurde, wird vom Europäischen Sozialfonds für Deutschland (ESF) sowie der Sächsischen AufbauBank (SAB) gefördert. Die Autoren danken dem ESF und der SAB für die großzügige Unterstützung der in vorliegender Publikation beschriebenen Arbeit. Des Weiteren danken sie Frau Susanne Aurin und der Sandstein Neue Medien GmbH für die Unterstützung bei der prototypischen Entwicklung der beschriebenen Bedienschnittstelle.

Literaturverzeichnis

- Badke-Schaub, P. & Frankenberger, E. 2004: Management kritischer Situationen: Produktentwicklung erfolgreich gestalten. Berlin: Springer Verlag.
- Bleisch, G., Majschak, J.-P. & Langowski, H.-C. 2014: Lexikon Verpackungstechnik (2. Aufl.). Heidelberg: Hüthig Verlag.
- Goldhahn, H. 1969: Aufbau eines Systems verarbeitungstechnischer Grundlagen. Dissertation. Dresden: Technische Universität Dresden.
- Hacker, W. 1992: Expertenkönnen: erkennen und vermitteln. Göttingen, Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Heidenreich, E. 1978: Verarbeitungstechnik. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
- Majschak, J.-P. 1997: Rechnerunterstützung für die Suche nach verarbeitungstechnischen Prinziplösungen. Dissertation. Dresden: Technische Universität Dresden.
- Schley, N., Nakhostein, C. B. & Ott, B. 2008: Betriebliches Erfahrungswissen - die verborgene Ressource. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 103 (4), 215-222
- Tränkner, G. 1980: Taschenbuch Maschinenbau - Verarbeitungsmaschinen (Band 3). Berlin: VEB Verlag Technik.

Turki, T. 2014: Bedeutung von Erfahrungswissen in der Produktentwicklung und Ansätze zu dessen Evaluierung und Transfer am Beispiel studentischer Gruppen. Dissertation. Karlsruhe: Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Kontakt

Dipl.-Ing. Paul Weber
Dr.-Ing. Lukas Oehm
Dipl.-Ing. Sebastian Carsch
Dipl.-Ing. Andre Schult
Prof. Dr.-Ing. Jens Peter Majschak
Fraunhofer IW
Heidelberger Str. 20
01189 Dresden
www.ivv.fraunhofer.de