



**KMU-innovativ**

**Softwaresysteme und Wissenstechnologien**

**Schlussbericht der Zahlungsempfänger**

**nach NKBF98**

## **ABAKUS – Eine softwaregestützte Methode zur Kalkulation von Softwareprojekten mittels vergleichender Schätzver- fahren**

**Version:** publiziert

**Datum:** 13. Juli 18

**FKZ:** 01IS15050

**Laufzeit:** 01.01.2016 – 31.12.2017

**Autoren:** Martin Barth, Stefan Braun, Karin Fetzer, Liliana Guzman, Anne Hess,  
Marco Hess, Michael Kläs, Axel Kalenborn, Daniel Kuhn,  
Hartmut Schmitt, Binish Tanveer, Adam Trendowicz,  
Özgür Ünalán, Anna Maria Vollmer

**Ansprechpartner:** Karin Fetzer

Bobinethöfe 54  
D-54294 Trier

kfetzer@ict.ag

Tel.: 0651 / 8 40 66-38  
Fax: 0651 / 8 40 66-33

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS15050 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Inhalt

I.	Kurze Darstellung	5
1	Aufgabenstellung	5
2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
3	Planung und Ablauf des Vorhabens	8
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	11
II.	Eingehende Darstellung	13
1	Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse im Einzelnen	13
1.1.	Analyse der RE- und Schätzpraxis bei KMU	14
1.2.	Strukturen zur Speicherung von Anforderungen	22
1.3.	Methoden zum Retrieval und zur Transformation von Anforderungen	26
1.4.	Schätzverfahren	29
1.5.	EMS Workflow und Visualisierung	40
1.6.	Werkzeug-Demonstrator	61
1.7.	Evaluation	70
2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	81
3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	82
4	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses	84
5	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt	89
6	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses	90
III.	Literatur	92

## Abbildungen

Abbildung 1: Projektpartner Abakus.....	5
Abbildung 2: Projektpartner Abakus.....	7
Abbildung 3: Projektvorgehen und Arbeitspakete Abakus.....	9
Abbildung 4: Ergebnisse im Abakus-Projekt.....	13
Abbildung 5: Gegenüberstellung der Schätzprozesse der beteiligten KMU.....	18
Abbildung 6: Feature und Funktionen.....	23
Abbildung 7: Kundenwünsche mit Lösungsvarianten (Lv) verknüpfen.....	25
Abbildung 8: Methodik für das Retrieval von Anforderungen.....	27
Abbildung 9: Einschränkung der Schätzbasis.....	31
Abbildung 10: Bestimmung der Ähnlichkeit zwischen den Umsetzungskontexten.....	32
Abbildung 11: Darstellung des erwarteten Aufwands und der verbleibenden Unsicherheit.....	32
Abbildung 12: Grobe Aufwandsabschätzung für Umsetzung eines Feature.....	33
Abbildung 13: Grobe Aufwandsabschätzung auf Funktionsebene.....	35
Abbildung 14: Bestimmung einer geeigneten Basis für die Detailplanung des Aufwands.....	38
Abbildung 15: Allgemeine Lösungsidee zum EMS Workflow.....	41
Abbildung 16: MS Visio Diagramm des EMS Workflows.....	42
Abbildung 17: Start des EMS Workflows (Kundenwünsche erheben).....	42
Abbildung 18: Kundenwünsche im EMS anlegen und Feature zuweisen.....	43
Abbildung 19: Lösungsraum für Feature definieren.....	44
Abbildung 20: Der "Warenkorb".....	45
Abbildung 21: Neuen Kundenwunsch anlegen.....	46
Abbildung 22: Bezeichnung für Kundenwunsch definieren.....	47
Abbildung 23: Für Kundenwunsch "systemweite Suche" ein neues Feature anlegen.....	47
Abbildung 24: Felder zum Anlegen eines neuen Features.....	48
Abbildung 25: Definition Name und Beschreibung des neuen Features ("Suche").....	48
Abbildung 26: Dem Feature "Suche" eine neue Funktion hinzufügen.....	49
Abbildung 27: Definition Name und Bezeichnung der neuen Funktion ("Suchfeld").....	49
Abbildung 28: Dem Feature "Suche" noch eine weitere Funktion hinzufügen.....	50
Abbildung 29: Definition Name und Beschreibung der zweiten Funktion ("Ergebnisseite").....	50
Abbildung 30: Der Funktion "Suchfeld" Dokumente aus früheren Projekten zuordnen.....	51
Abbildung 31: Definition des Pfades und Beschreibung des Dokumentes "Mockupsuche.ppt".....	51
Abbildung 32: Eine neue Variante für das Feature "Suche" anlegen.....	52
Abbildung 33: Definition Name und Auswahl zugehöriger Funktionen zu neuer Variante.....	52
Abbildung 34: Der neuen Variante „Einfache Suche“ Aufwände zuweisen.....	53
Abbildung 35: Definition Aufwände "Einfache Suche" und diese "Mit Kundenwunsch verknüpfen".....	53

Abbildung 36: Variante "Einfache Suche" wurde mit Kundenwunsch verknüpft.....	54
Abbildung 37: Übersicht der angelegten projektspezifischen Kundenwünsche.....	55
Abbildung 38: Einem ausgewählten Kundenwunsch ein Feature hinzufügen .....	55
Abbildung 39: Ein passendes Feature aus Liste auswählen.....	56
Abbildung 40: Existierende Varianten und Funktionen für ausgewähltes Feature anzeigen.....	56
Abbildung 41: Passende Variante und zugehörige Funktionen .....	57
Abbildung 42: Ausgewählte Variante und Funktionen mit Kundenwunsch verknüpfen .....	57
Abbildung 43: Kundenwünsche und Adapter .....	62
Abbildung 44: Featureliste.....	63
Abbildung 45: Detailansicht Feature .....	63
Abbildung 46: Kostensätze.....	64
Abbildung 47: Kundenwunsch mit verknüpfter Variante .....	65
Abbildung 48: Warenkorb.....	65
Abbildung 49: Kalkulation einer Variante in vorrangegangenen Projekten.....	66
Abbildung 50: Relativer Aufwand am Beispiel <i>mehrseitiges Formular</i> .....	67
Abbildung 51: Ergebnis der Schätzung .....	68
Abbildung 52: Feinschätzung der Variante <i>Standardkontaktformular</i> .....	69
Abbildung 53: Konkretisierung des Gesamtziels der Evaluation in Abakus.....	71
Abbildung 54: Bestandteile der Abschlussevaluation .....	73

## Tabellen

Tabelle 1: Demographische Angaben .....	17
Tabelle 2: Schätzungskontext .....	19
Tabelle 3: Erfahrungen mit den aktuell verwendeten Schätzmethoden.....	20
Tabelle 4: Demographische Daten und wahrgenommener Trainingserfolg.....	76
Tabelle 5: Wahrgenommene Qualität der Abakus-Methode .....	76
Tabelle 6: Wahrgenommene Qualität der Informationen .....	77
Tabelle 7: Wahrgenommene Qualität der Werkzeugunterstützung .....	77
Tabelle 8: Aufwand pro Feature – Relativer Schätzfehler.....	78
Tabelle 9: Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	81

## I. Kurze Darstellung

### 1 Aufgabenstellung

Zielsetzung des Vorhabens ist die Entwicklung einer softwaregestützten Schätzmethode, die KMU erstmals die Möglichkeit eröffnet, schneller und in einer besseren Qualität als bisher IT-Vorhaben zu planen, zu kalkulieren und rentabel umzusetzen. Der Schätzmethode liegt ein neuartiges Experience Management System (EMS) zugrunde, welches strukturierte Informationen zu abgeschlossenen Projekten enthält. Die Methode verfügt weiterhin über eine intelligente Assistenz. Diese ist in der Lage, relevante aufwands- sowie komplexitätstreibende Faktoren abzufragen und auszuwerten. Das Ergebnis der Methode ist eine strukturierte, möglichst genaue und nachvollziehbare Kalkulation der Projektaufwände.



Abbildung 1: Projekt Abakus

Ziel des Abakus-Vorhabens war die Entwicklung einer werkzeuggestützten Schätzmethode, die eine möglichst präzise Ermittlung des Projektumfangs bereits in der Akquisephase ermöglicht. Anders als bei den bekannten algorithmischen oder hybriden Verfahren sollte bei dieser Methode keine präzise Quantifizierung des Projektumfangs auf Basis abstrakter Metriken erforderlich sein, sondern die Schätzer sollten bei der Festlegung des Mengengerüsts durch eine semi-automatisierte Analyse relevanter Kostenfaktoren unterstützt werden. Dadurch sollte diese neuartige werkzeuggestützte Methode zuverlässiger sein und in der Anwendung weniger aufwändig als klassische Kalkulationsansätze.

## **2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Zuverlässige Aufwands- und Kostenschätzungen seitens der Auftragnehmer sind von größter Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung von Softwareentwicklungsprojekten. Unzureichende Aufwandsschätzungen sind häufig die Ursache einer fehlerhaften Planung des Projektumfangs und führen zu einer Fehlkalkulation der Projektkosten und -dauer. Insbesondere bei KMU können Fehlschätzungen leicht zu einem Liquiditätsengpass, im schlechtesten Fall sogar zur Insolvenz führen. Zu hoch angesetzte Kosten sind hingegen in der Regel nicht konkurrenzfähig und führen dazu, dass Angebote bei der Vergabe von Aufträgen bzw. in EU-Ausschreibungen nicht berücksichtigt werden.

Ein wesentlicher Grund für solche problematischen Fehlschätzungen ist das Fehlen verlässlicher Schätzungen zu Projektbeginn bzw. in der vorgelagerten Akquisephase. Zu diesem Zeitpunkt liegen zumeist nur grobe Anforderungen vor. Zudem sind die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen nicht in voller Detailtiefe geklärt. Dies führt bei den Projektverantwortlichen häufig zu einer Unterschätzung der Projekt- und/oder Systemkomplexität und damit zu Fehlkalkulationen.

Die softwaregestützte Projektkalkulation birgt bei KMU erhebliche Potenziale, um deren Prozesse effizienter zu gestalten und ihnen Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Aus diesem Grund haben projekterfahrene KMU wie ICT Solutions, [site]VERTREIBER, HKBS und Insiders mit einem hochspezialisierten Unternehmen für das Requirements Engineering wie OSSENO und mit Forschungspartnern wie der Universität Trier und dem Fraunhofer IESE in diesem Projekt zusammengearbeitet, um diese innovative Lösung etablieren zu können.



Abbildung 2: Projektpartner Abakus

Seitens der Projektpartner gab es keine Zusammenarbeit mit Dritten.

### 3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben gliedert sich in 4 inhaltliche Arbeitspakete (AP1 bis AP4) sowie ein Arbeitspaket für den Wissenstransfer (AP5) und ein Arbeitspaket für das Projektmanagement (AP6).

Die Methoden und Konzepte werden unter Federführung des Fraunhofer IESE von allen Partnern gemeinschaftlich ausgearbeitet.

Die Universität Trier entwickelt die prototypischen Werkzeug-Komponenten mit Unterstützung des Spezialisten OSSENO, der sich auf die Entwicklung und Integration der Eingabe-Software konzentriert. Eine breite Evaluation im unternehmensspezifischen Kontext garantiert die Praxistauglichkeit der neuen Konzepte, Methoden und Werkzeug-Komponenten.

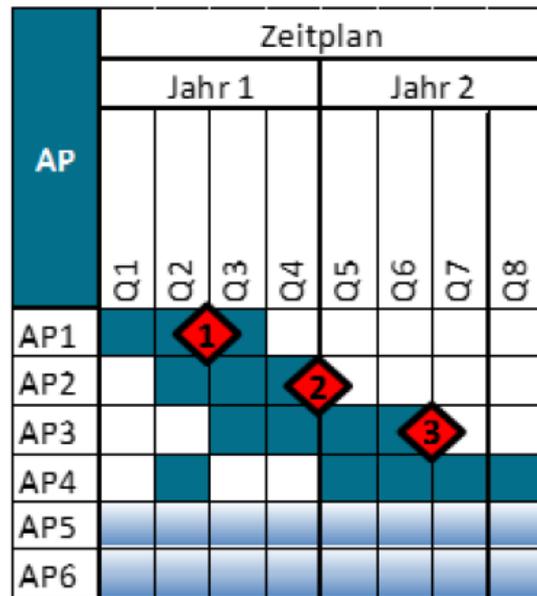
Die vier Anwendungspartner ICT, [site]VERTREIBER, HKBS und Insiders bringen in jedem Arbeitspaket ihre spezifischen Kernkompetenzen ein, um damit eine möglichst breite Prozess- und Anforderungsabdeckung in diesem Projekt zu erreichen. Durch die Verwendung unterschiedlicher Technologien für dialogorientierte Softwaresysteme werden auch technische Rahmenbedingungen bei Kalkulationen komplementär berücksichtigt.

ICT konzentriert sich auf webbasierte Portalanwendungen für effiziente Kollaboration in Unternehmen, die mit einer proprietären Software erstellt werden. [site]VERTREIBER bringt komplexe Web- und Shopanwendungen auf Basis einer Open Source Software ein. Im Fokus von HKBS stehen Softwareindividualentwicklungen für das Customer-Relationship-Management und unterschiedliche B2B- bzw. B2C-Vertriebskonzepte. Insiders ergänzt das individuelle Projektgeschäft dieser drei Partner um die besonderen Anforderungen, die sich aus der Entwicklung von Standardprodukten ergeben.

Die Arbeitspakete werden von den Anwendungspartnern nicht gleichartig bearbeitet, sondern jeweils mit eigenen Schwerpunkten in den vier Geschäftsfeldern und unter Berücksichtigung ihrer sehr unterschiedlichen Belange.

Durch die Anzahl und Auswahl der Anwendungspartner ist sichergestellt, dass sehr unterschiedliche IT-Domänen abgedeckt werden. Im Rahmen der Evaluationsplanung werden quantitative Ziele für reale Kundenprojekte der Anwendungspartner definiert, so dass aussagekräftige Ergebnisse im KMU-Umfeld erzielt werden.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der einzelnen Arbeitspakete sowie die drei Projektmeilensteine.



- ✓ Meilenstein 1: Evaluationskonzept (AP4) und Projektwebsite (AP5)
- ✓ Meilenstein 2: EMS-Konzept und Schätzmethodik (AP2)
- ✓ Meilenstein 3: Werkzeugentwicklung inkl. Dokumentation (AP3)

**Abbildung 3: Projektvorgehen und Arbeitspakete Abakus**

### AP1 Analyse der RE- und Schätzpraxis bei KMU

Kern der Arbeiten von AP1 bildet eine Analyse der Methoden zur Anforderungsermittlung und -dokumentation sowie der verwendeten Schätzmethoden (inkl. identifizierter Aufwandstreiber) bei den beteiligten KMU sowie der daraus abgeleiteten Anforderungen an das Experience Management System (EMS). Dazu werden existierende Abläufe im Rahmen von Interviews und Beobachtungen tatsächlicher realer Prozesse bei den Anwendungspartnern aufgenommen und analysiert, um ein detailliertes Verständnis der Vorgänge, Rollen und Werkzeuge gewinnen zu können. Dabei berücksichtigt und beschreibt jeder Anwendungspartner seine relevanten Prozesse, Werkzeuge und Datenquellen. OSSENO steuert darüber hinaus Beobachtungen aus ihren bisherigen Kundenprojekten bei.

Der so erhobene Ist-Zustand für das Requirements Engineering sowie die Schätzpraxis bei KMU werden jeweils in einem Deliverable dokumentiert. Der ermittelte Ist-Zustand wird für

die konzeptionellen Arbeiten in AP2 mit dem momentanen Stand der Wissenschaft und Praxis abgeglichen und generalisiert.

### **AP2 Konzeption des EMS und der Schätzmethodik**

In AP2 wird ein Konzept für die Strukturierung von Anforderungen und Kontextinformationen erarbeitet (in Form eines Datenmodells für das Experience Management System) und es wird eine Syntax für die Speicherung von Anforderungen und Kontextinformationen definiert. Weitere Arbeiten in AP2 sind die Konzeption von Methoden für die Transformation und das Retrieval von Anforderungen sowie die Entwicklung einer für KMU geeigneten Schätzmethode. Zudem wird ein Visualisierungskonzept erarbeitet, das die konkreten Aufwandstreiber und die Schätzergebnisse in einer für Entscheider nachvollziehbaren und überzeugenden Weise erklärt.

### **AP3 Werkzeugentwicklung**

Auf Basis der Ergebnisse des AP2 werden in diesem AP die Werkzeug-Komponenten Experience Management System inkl. Eingabemodul für Anforderungen, die Schätzmethode sowie das Visualisierungskonzept prototypisch entwickelt, getestet und dokumentiert.

### **AP4 Werkzeugganwendung und Evaluation**

Bereits in einer frühen Projektphase wird ein Konzept inklusive Metriken, Werkzeugen und Zeitplanung für die später durchzuführenden Evaluationen erstellt. Kern der Arbeit von AP4 ist die Anwendung der Methode und des prototypischen Werkzeugs im jeweiligen Angebotsprozess der beteiligten KMU und die anschließende empirische Evaluation, insbesondere der Abgleich zwischen den ermittelten Schätzergebnissen und den tatsächlich angefallenen Aufwänden bei den KMU. Basierend auf den Evaluationsergebnissen erarbeiten die Partner Verbesserungsvorschläge für die Methodik (lessons learned).

### **AP5 Wissenstransfer**

In Arbeitspaket AP5 sind sämtliche Aktivitäten der Partner gebündelt, die der Verbreitung des Abakus-Projekts dienen.

### **AP6 Projektmanagement**

Arbeitspaket 6 umfasst alle Aufgaben des Projektmanagements.

#### 4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Aufwands- und Kostenschätzungen gehören zu den zentralen Aspekten des Software Projekt Managements [13]. Für ein effektives Projektmanagement sind zuverlässige Aufwands- und Kostenschätzungen unabdingbar, da mangelhafte Aufwandsschätzungen häufig Ursache für große Kostensteigerungen und für das letztendliche Scheitern von Entwicklungsprojekten sind. Ein effektives Projektmanagement bedingt im Besonderen die Möglichkeit, schnell und flexibel auf sich ändernde Anforderungen an die Software reagieren zu können. Deshalb setzen insbesondere klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) zunehmend auf den Einsatz agiler Entwicklungsmethoden. Hierbei wird ein iterativer, inkrementeller Entwicklungsprozess verwendet, der sich an die aktuelle Projektsituation schnell anpassen lässt und mit dem schnell und flexibel auf Änderungen von Anforderungen (Change Requests) reagiert werden kann. Doch auch mit agilen Entwicklungsmethoden muss der Aufwand für notwendige Softwareänderungen möglichst zuverlässig abgeschätzt werden. Hierzu wird üblicherweise auf Experten basierte, algorithmische, hybride oder analogiebasierte Schätzmethode zurückgegriffen.

Eine KMU taugliche Schätzung des Aufwands erfordert einen neuen, maßgeschneiderten Ansatz, der die Vorteile der verschiedenen Schätzmethode kombiniert und dadurch deren Nachteile minimiert. Um in der Praxis die Akzeptanz für einen solchen Ansatz zu erhöhen, braucht man eine zusammenhängende Kette automatisierter Werkzeuge, die das Projektteam beim Zusammenführen relevanter Informationen, bei der Analyse von Ähnlichkeiten zu früheren Softwareprojekten sowie bei der Aufwandsvorhersage und der Abschätzung ihrer Genauigkeit unterstützt. Eine solche softwaregestützte Projektkalkulation bietet KMU erstmals die Möglichkeit, schneller und in einer besseren Qualität als bisher, IT-Vorhaben zu planen, zu kalkulieren und rentabel umzusetzen.

Obwohl in der Praxis oftmals Mischformen aus modellbasierten und textuellen Repräsentationen von Anforderungen eingesetzt werden, dominieren jedoch nach wie vor textuelle Repräsentationsformen. Ein für KMU tauglicher Ansatz zur Ähnlichkeitsbestimmung muss diesem Sachverhalt Rechnung tragen und erfordert daher eine leichtgewichtige syntaktische Erweiterung von textuellen Anforderungen, um die Struktur und Inhalte solcher Anforderungen besser analysieren und vergleichen zu können. Dies kann beispielsweise durch Attributierung und Tagging von Anforderungen mittels semantischer Zusatzinformationen erfolgen.

In kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) existiert zurzeit kein geeignetes Standardverfahren, mit dem heterogene Kundenanforderungen präzise erfasst und sicher kalkuliert werden können. In der Regel werden für jedes Projekt entsprechend der individuellen Aufgabenstellung verwandte Dokumente aufwendig recherchiert und daraus relevante Kalkulationselemente übernommen. Auf dieser Basis erfolgt die Kalkulation für jedes Projekt neu, weitgehend unstrukturiert und die Elemente stehen in keiner Verbindung zueinander. Die für eine valide Kalkulation grundlegend wichtige Rückführung der Erfahrungswerte aus abgeschlossenen Projekten erfolgt nicht oder aufgrund fehlender Werkzeugunterstützung nur unzureichend. Auch ist es für KMU häufig schwierig, Kostentreiber gegenüber dem potenziellen Kunden transparent zu machen.

Stand heute bewegen sich die Fehler bei der Zeit- und Kostenschätzung in KMU in einer Größenordnung von -20% (weniger benötigt als geplant) bis +70% (mehr benötigt als geplant), zumeist im Bereich +30% bis +50%, wobei insbesondere bei Klein- und Kurzprojekten durchaus auch Abweichungen bis +400% vorkommen können. Dabei zeigt die Erfahrung, dass selbst finanziell gut geschätzte Projekte hinsichtlich der Projektlaufzeit häufig um 10–30% überschritten werden, da die Kunden ihre eigenen Leistungs- und Mitwirkungsfähigkeiten überschätzen.

## II. Eingehende Darstellung

### 1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

In der Projektlaufzeit werden die Ergebnisse planmäßig umgesetzt. Die folgende Übersicht zeigt die Deliverables im Einzelnen.

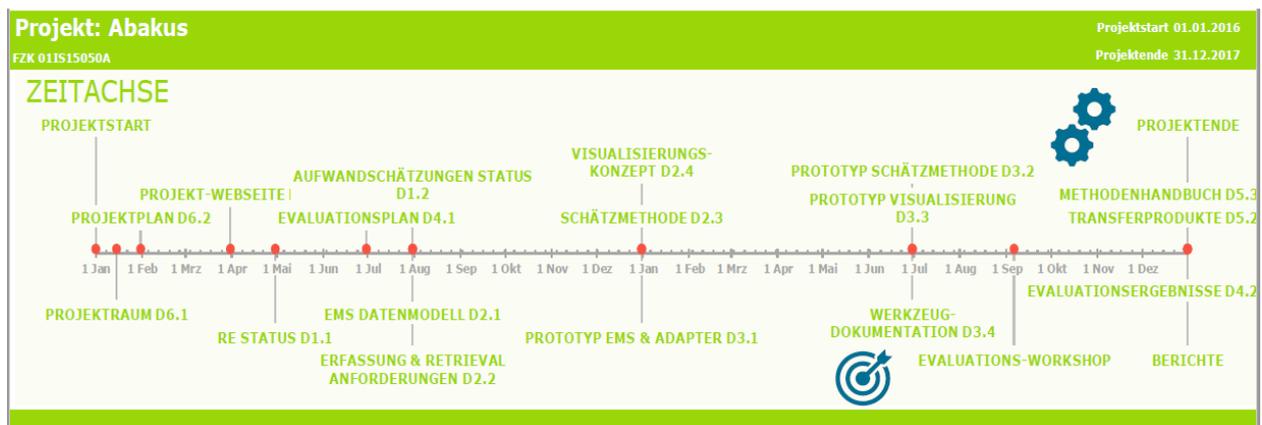


Abbildung 4: Ergebnisse im Abakus-Projekt

Die folgenden Kapitel beschreiben die Zielsetzung der Arbeitspakete und die Ergebnisse detailliert:

- *AP1 & AP2 Analysen und Konzepte*
  - Analyse der RE- und Schätzpraxis bei KMU
  - Strukturen zur Speicherung von Anforderungen
  - Methoden zum Retrieval und Transformation von Anforderungen
  - Schätzverfahren
  - EMS Workflow und Visualisierung
- *AP3 Werkzeug-Demonstrator*
- *AP4 Evaluation*

## 1.1. Analyse der RE- und Schätzpraxis bei KMU

Die Tätigkeiten in Arbeitspaket AP1 zielten darauf ab, die gegenwärtige Situation bei den beteiligten Anwendungspartnern hinsichtlich der RE- und Schätzpraxis bei KMU detailliert zu erfassen, um darauf aufbauend Anforderungen an das Experience Management System (EMS) abzuleiten. Dazu fand eine Unterteilung in die Teilarbeitspakete AP1.1 Analyse der RE-Praxis bei KMU und AP1.2 Analyse der Schätzpraxis bei KMU statt.

### Analyse der RE-Praxis bei KMU

Der Fokus dieses Teilarbeitspaketes liegt auf der detaillierten Analyse der Anforderungsermittlung und Anforderungsdokumentation, um den Ist-Zustand der RE-Praxis bei KMU zu erfassen. Insbesondere sollen die Vorgehensweisen, involvierten Rollen, Artefakte, Werkzeuge, Verhältnismäßigkeit des RE und die Herausforderungen in Bezug auf RE identifiziert werden.

Als Erhebungswerkzeug wurde ein Online-Fragebogen für die Analyse der RE-Praxis eingesetzt. Dieser Fragebogen umfasst 32 Fragen, die auf sieben Sektionen aufgeteilt sind. Diese Sektionen sind im Folgenden aufgelistet:

- Grundlagen des RE (6 Fragen)
- Vorgehen im RE (6 Fragen)
- Rollen im RE (4 Fragen)
- Artefakte im RE (3 Fragen)
- Werkzeuge im RE (2 Fragen)
- Verhältnismäßigkeit des RE (7 Fragen)
- Herausforderungen im RE (4 Fragen)

Mit Hilfe des Fragebogens wurden zum einen quantitative als auch qualitative Daten erhoben. Quantitative Daten werden über eine Mittelwertbildung zusammengefasst oder die Einzelantworten werden addiert. Dies ist abhängig von der Art der Daten. Die aus offenen Fragen gewonnene qualitative Daten wurden hinsichtlich ihrer Semantik analysiert, dann eine inhaltliche Konsolidierung durchgeführt und anschließend zusammengefasst.

### Ergebnisse AP1.1

Es haben fünf Unternehmen mit insgesamt 14 Teilnehmern an der Datenerhebung teilgenommen. Jedoch hat nicht jeder Teilnehmer jede Frage beantwortet, daher wird bei der folgenden Ergebnispräsentation jeweils die Gesamtteilnehmerzahl (N) angegeben, um eine bessere Beurteilung zu ermöglichen.

Die demografischen Angaben der Teilnehmer (N = 11) ergaben, dass sie hauptsächlich in der Geschäftsführung (37%) oder im Projektmanagement (27%) tätig sind. Dabei ist die Mehrheit seit 1-5 Jahren (37%) bzw. 11-15 Jahren (27%) im jeweiligen Unternehmen tätig. Des Weiteren haben die meisten Teilnehmer jahrelange Erfahrung mit RE: Von den Teilnehmern gaben 46% an, dass sie sich 6-10 Jahre mit RE beschäftigen und 36% gaben an, dass sie sich 11-15 Jahre mit RE beschäftigen.

Zu den Grundlagen des RE gaben 86% der Teilnehmer (N = 14) an, dass in ihrem Unternehmen RE-Aktivitäten stattfinden und zwar primär zur Entwicklung spezifischer Lösungen im Rahmen individueller Kundenaufträge (72%). Außerdem wurde erhoben, was die befragten Unternehmen generell unter dem Begriff „Anforderungen“ verstehen. Im Folgenden werden die häufigsten Angaben genannt.

Anforderungen sind Eigenschaften und Funktionen des Zielsystems. Sie bestehen aus funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen und werden in Zusammenarbeit mit dem Kunden erhoben, abgestimmt und dokumentiert. Des Weiteren prüfen einige Unternehmen Anforderungen im Hinblick auf Wiederverwendbarkeit bzw. Aufwandsschätzung zu Angebotserstellung, jedoch gaben 85% der Teilnehmer (N = 13) an, dass kein dediziertes Budget oder Team für das Erfassen und Verwalten von Anforderungen in ihrem Unternehmen zur Verfügung steht.

Die Erfassung konkreter Vorgehensweisen im RE ergab, dass in fast allen beteiligten Unternehmen (92% der Teilnehmer, N = 13) die Anforderungserhebung als paralleler/durchlaufender Prozess stattfindet. Vor allem werden Techniken eingesetzt, die die Stakeholder aktiv miteinbeziehen. Des Weiteren werden Entwickler, Architekten, Experten und Endbenutzer als wichtige Quellen zur Anforderungsermittlung genannt, wobei als wichtigste Quelle der Auftraggeber genannt wird. Weiterhin gaben 62% der Teilnehmer an, dass immer die gleichen RE-Prozesse und RE-Aktivitäten stattfinden. Dabei wurden die Praktiken zur Erhebung funktionaler Anforderungen sowie die Überprüfung der Machbarkeit als am besten durchgeführte RE-Praktiken eingeschätzt. Negativ wurden die RE-Praktiken bezüglich der Erhebung nichtfunktionaler Anforderungen, Priorisierung von Anforderungen und der systematischen Verwaltung von Sicherstellung der Verfolgbarkeit eingeschätzt.

Bei der Befragung zu den Rollen im RE wurde eine maximale Teamgröße von 10 Personen ermittelt, wobei die meistens RE-Teams 2-3 Personen groß sind, aber auch Teams mit 4-6

Personen sind keine Seltenheit. Als Haupterwerbsquelle für RE-Wissen wurden autodidaktische Quellen wie Bücher und Zeitschriften angegeben. Wenige Teilnehmer gaben Schulungen, Vorlesungen oder Coachings als Wissensquellen an. Die befragten Personen arbeiten während eines Projektes maximal 40% ihrer Arbeitszeit im RE, jedoch entfallen in den meisten Fällen 20% oder weniger der Arbeitszeit auf RE-Aufgaben.

In Bezug auf Artefakte wurden als häufigste Dokumentationstechniken Prototypen und GUI-Mock-Ups genannt, wobei auch natürliche Sprache, Use Cases und User Stories sehr häufig verwendet werden. Jedoch werden selten bis nie Systemmodelle, Prozessmodelle oder Formale Modelle verwendet. Außerdem gaben 45% der Teilnehmer (N = 11) an, dass für die erfassten Anforderungen Akzeptanzkriterien erfasst werden, die in manuellen oder (teil-)automatisierten Tests überprüft werden können.

Als unterstützende Werkzeuge von RE-Aktivitäten wird in den befragten Unternehmen vorwiegend Office-Software eingesetzt. Weiterhin werden Werkzeuge zum Dokumentenmanagement, Issue-Tracker sowie Prototyping/Mock-Up Tools häufig eingesetzt. Allerdings werden selten bis nie Modellierungswerkzeuge, RM Tools oder Lifecycle Management Tools verwendet. Als die größten Herausforderungen in dieser Sektion zählen zu teure Lizenzen, inadäquate Unterstützung und die fehlende Integration mit anderen Werkzeugen.

Die Erhebung der Verhältnismäßigkeit des RE ergab, dass der verwendete Aufwand für RE-Aufgaben bei Projekten mit einem typischen Gesamtumfang von 1-3 Personenmonaten in den meisten Fällen geringer als 5% des Gesamtaufwandes ist. Laut 58% der Teilnehmer (N = 12) ist dieser Aufwand angemessen. Der Umfang eines Anforderungsdokuments beträgt typischerweise 11-20 Seiten, manchmal auch nur 5-10 Seiten. Von den Teilnehmern halten 67% diesen Umfang als angemessen. Die übrigen Teilnehmer empfinden ihn als zu gering und führen auf, dass der geringe Umfang zu ungenügender Qualität und fehlenden Hintergrundinformationen führt.

Als größte Herausforderungen im RE sahen die Teilnehmer die Handhabung von Anforderungsänderungen, die Verfolgung von Anforderungen, sowie die Wiederverwendung bzw. Standardisierung von Anforderungen und die Motivation für die Einführung und Einhaltung von RE. Des Weiteren spezifizierten die Teilnehmer die Findung eines sinnvollen Detailgrades, das Vorgehen bei nicht verfügbaren Stakeholdern sowie die Abgrenzung von Wünschen und relevanten Anforderungen als Herausforderungen während der Anforderungsermittlung und Anforderungsdokumentation. Mit Bezug auf Anforderungsdokumente wurde

die Mehrdeutigkeit von Anforderungen, fehlende Gewichtung, schlechte Verfolgbarkeit sowie Unvollständigkeit als wesentliche Herausforderungen genannt.

### Analyse der Schätzpraxis bei KMU

Das Ziel dieser Analyse ist, die bestehenden Schätzprozesse zu untersuchen und in Bezug auf dessen Operationalisierung, Effektivität und Effizienz zu beurteilen. Dazu wurden 4 KMU mit Hilfe eines Offline-Fragebogen und Interviews befragt. Der Fragebogen ist aus zwei Teilen aufgebaut, zum einen besteht er aus Fragen zum Schätzkontext und zu den organisationalen Rahmenbedingungen der teilnehmenden KMU und zum anderen aus Fragen in Bezug auf das Schätzvorgehen. Die Interviews bestanden je aus drei Teilen: Informationen über die befragten Personen, Informationen zum Schätzkontext und Erwartungen an die Abakus-Methode und das entsprechende Tool. Es wurden insgesamt 14 Personen aus den 4 beteiligten KMU interviewt. Die Fragebögen und Interviews wurden vom Fraunhofer IESE ausgewertet. Interpretationen wurden von mehr als einem Mitarbeiter ausgeführt, um die Validität der Ergebnisse zu erhöhen. Zusätzlich wurden die Ergebnisse für jeden Anwendungspartner zusammengefasst und zum Review zur Verfügung gestellt, um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu erhöhen.

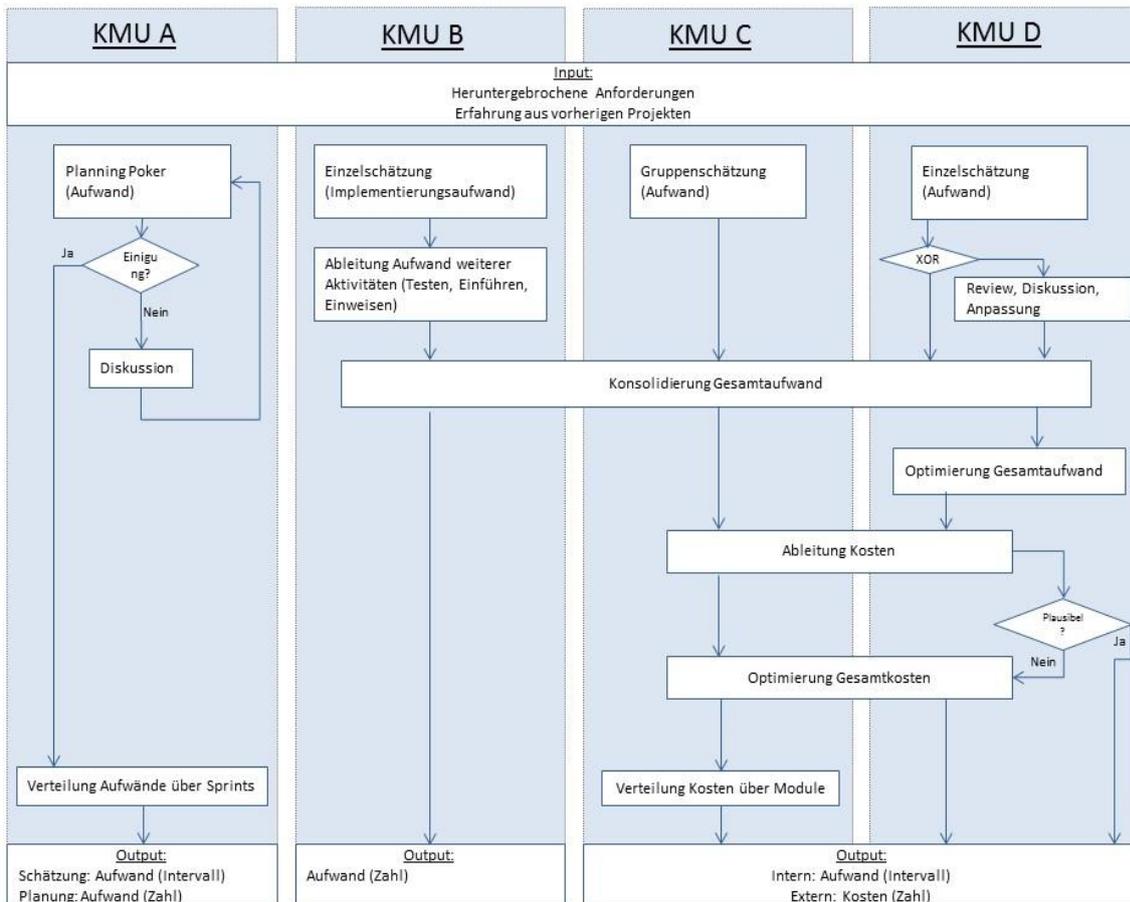
Organisationaler Rahmen und Kontext	KMU A	KMU B	KMU C	KMU D
Anzahl Mitarbeiter	130	12	20	9
Domäne 1. Informationssysteme (IS) 2. Eingebettete Systeme (ES) 3. Sonstige	IS	ERP/CRM/ Schnittstellen	IS	IS
Geschäftstyp 1. Produkthersteller (PH) 2. Servicedienstleister (SD)	PH	PH, SD	PH, SD	SD
Produkttyp 1. Produkt-/Service-Portfolio (PSP) 2. Kundenspezifisch (KS)	PSP	KS	PSP	KS
Entwicklungsprozess 1. Wasserfallmodell (WF) 2. Agile Entwicklung ( Scrum, XP,..) 3. Organisationsspezifisch	Agile (Scrum)	Agile (Scrum, XP, Kanban)	Agile	WF
Typische Teamgröße (Personen)	8	3	4	1 bis 3

**Tabelle 1: Demographische Angaben**

Tabelle 1 werden die demographischen Angaben zu den teilnehmenden KMU visualisiert, um den weiteren Ergebnissen dieses Teilarbeitspaketes einen Kontext zu bieten. Aus den

Daten ist ersichtlich, dass die Analyse in einer heterogenen Umgebung stattfand. Hervorzuheben sind die Unterschiede in den Unternehmens- und Teamgrößen sowie im Entwicklungsprozess und Geschäfts- und Produkttyp.

### Ergebnisse AP1.2



**Abbildung 5: Gegenüberstellung der Schätzprozesse der beteiligten KMU**

Abbildung 5 zeigt eine Gegenüberstellung der Schätzprozesse basierend auf dem jeweiligen Input, der Zwischenschritte und dem resultierenden Output. Auffallend ist, dass KMU B nur den Implementierungsaufwand schätzt und daraus den Aufwand für weitere Aktivitäten ableitet. Des Weiteren leiten nur KMU C und KMU D aus dem Aufwand die Kosten ab.

Die aktuellen Schätzkontexte und Schätzcharakteristiken der jeweiligen Anwendungspartner werden in Tabelle 2 visualisiert.

		KMU A	KMU B	KMU C	KMU D
1.	<b>Zweck der Schätzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung des Projekts</li> <li>Projektkontrolle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenschätzung für Angebotserstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenschätzung für Angebotserstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenschätzung für Angebotserstellung</li> <li>Projektüberwachung</li> </ul>
2.	<b>Schätzungsmethode</b>	Expertenschätzung	Expertenschätzung	Expertenschätzung	Expertenschätzung
3.	<b>Vorgehen bei Schätzungen</b>	Bottom up	Bottom up	Bottom up	Bottom up
4.	<b>Involvierte Personenanzahl</b>	Komplettes Scrum-Team (6-8)	1 - 2	3	1 - 5
5.	<b>Involvierte Rollen</b>	Entwickler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt Manager</li> <li>Entwickler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt Manager</li> <li>Produkt Manager</li> <li>Entwickler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt Manager</li> <li>Entwickler</li> </ul>
6.	<b>Zeitpunkt der Schätzung(en)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung des Projekts</li> <li>Während der Projektlaufzeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akquisephase</li> <li>Planung des Projekts Während der Projektlaufzeit</li> <li>Bei jeder neuen Anforderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akquisephase</li> <li>Während der Projektlaufzeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akquisephase</li> <li>Planung des Projekts</li> <li>Auch in der Projektlaufzeit bei Konkretisierungen oder Änderungen</li> </ul>
7.	<b>Was wird geschätzt</b>	Komplexität	nur Entwicklungsaufwand	Aufwand	Aufwand
8.	<b>Granularitätsebene</b>	Stories	Funktionen (SW),	Module	Funktionen, Module
9.	<b>Schätzeinheit</b>	Story Point ("idealer" Personentag)	Personentag	Personentag	Personentag
10.	<b>Darstellung der Schätzungen</b>	Intern: Intervall (Min-Max) Für Projektplanung (Sprints): Zahl	Zahl	Intern (Aufwand) Extern (Kosten): Zahl	Intern: Intervall (Min-Max) Extern (Kosten): Zahl
11.	<b>Werkzeuge</b>	StoryTeller	MS Excel	MS Excel	MS Excel

**Tabelle 2: Schätzungskontext**

Zu erkennen ist, dass KMU A im Wesentlichen Schätzungen zum Zwecke der Projektplanung und Projektsteuerung durchführt, während der Fokus der weiteren beteiligten KMU auf der Angebotserstellung für Kunden liegt. Dies geht aus der Tatsache hervor, dass KMU A in seinen Projekten Business Value bereitstellen will und nicht als primäres Ziel hat, wettbewerbsfähige Umsetzungsangebote für Kunden zu erstellen. Unabhängig davon, verwenden alle Anwendungspartner Schätzmethode basierend auf Expertenwissen und Schätzungen werden anhand des „Bottom-Up“-Prinzips durchgeführt.

Die Erfahrungen mit den aktuell verwendeten Schätzmethode bei den Anwendungspartnern werden in Tabelle 3 festgehalten.

		KMU A	KMU B	KMU C	KMU D
1.	<b>Projekt -</b> Unter- oder Überschätzung	Unterschätzt	Unterschätzt	Gleich häufig unter- und überschätzt	Gleich häufig unter- und überschätzt
2.	<b>Aufwand -</b> Differenz zwischen geschätztem und tatsächlichem Aufwand (relativ zum Schätzwert). Unterschätzung u. Überschätzung (Maximal in %, Durchschnittlich in %)	Unterschätzung (200, 75)  Überschätzung (30, 10)	Unterschätzung (50, 50)  Überschätzung (0, 0)	Unterschätzung (200, 25-30)  Überschätzung (20, 5-10)	Unterschätzung (100, 10)  Überschätzung (50, 20)
3.	<b>Nutzen</b> (Genauigkeit (%), Nachvollziehbarkeit, usw.)	Genauigkeit: - Task: 10-15% Abweichung - Paket: 20% Abweichung	Genauigkeit: in fast 100% Fällen werden Projekte unterschätzt (Survey: durchschnittlich 50%) <ul style="list-style-type: none"><li>• Kleine Projekte (bis zu 1 PT) werden tendenziell überschätzt</li><li>• Große Projekte (1-4 PT) werden tendenziell unterschätzt.</li></ul>	Genauigkeit: 5-30%; Schätzgenauigkeit variiert stark zwischen Projekten aber ist prinzipiell akzeptabel,	Genauigkeit: Durchschnittlich Unterschätzung der Aufwände um 25-50% (tendenziell Unterschätzung)
4.	<b>Kosten/Overhead</b> (Anwendungsaufwand in PT oder % Projektaufwandes)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gesamtplanung: 2 Sprints (Grooming und Research)</li><li>• Reine Schätzung: 5 min pro Story.</li></ul>	Schätzung inklusive Anforderungsspezifikation, Dokumentation (Lastenheft) und Konzeptionierung: bei großen Projekten bis 40% des Gesamtprojektaufwands Reine Schätzung: zwischen 5 min und 2 Stunden (je nach Projektgröße und Komplexität)	Schätzung selbst kostet ca. 0,5% des gesamten Projektaufwandes, z.B. beim 190PT Projekt 1 Tag und beim 10PT Projekt 1 Stunde	Schätzung inklusive Anforderungsspezifikation: < 5% des Aufwands des Gesamtprojekts Reine Schätzung: Wenige Stunden
5.	<b>Stärken</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Genauigkeit</li><li>• Agilität</li><li>• Kommunikationsfördernd</li><li>• Wissensaustausch innerhalb des Teams</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geschwindigkeit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Genauigkeit</li><li>• Agilität</li><li>• Geschwindigkeit</li><li>• Einfache Einbindung verschiedener Stakeholder</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geschwindigkeit</li><li>• Erfahrungszuwachs/Lernerfolg</li></ul>
6.	<b>Schwächen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erfahrung nicht vorhanden ist.</li><li>• Fokus auf neuen Features, nicht auf Refactoring (Qualität).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zentrale Nachkalkulation fehlt.</li><li>• Ungenauigkeit.</li><li>• Fehlende Standardisierung.</li><li>• Fehlende Daten/Wissensspeicherung von abgeschlossenen Projekten.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unsicherheit: Schätzung ist schwer bei unklaren oder unbekanntem Anforderungen sowie bei unbekanntem Rahmenbedingungen</li><li>• Abhängigkeit von Personen</li><li>• Geringer Standardisierungsgrad</li><li>• Fehlende Transparenz der relevanten Informationen / Daten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ungenauigkeit (bei größeren Projekten)</li><li>• Fehlende oder schwer zugreifbare Datenbank/Wissensspeicherung.</li><li>• Fehlende Reproduzierbarkeit (durch Subjektivität).</li><li>• Fehlende Standardisierung.</li><li>• Fehlende Retrospektive/Abgleich Schätzung und tatsächlichem Aufwand</li></ul>

**Tabelle 3: Erfahrungen mit den aktuell verwendeten Schätzmethode**

KMU A und KMU B tendieren jeweils zu einer Unterschätzung der Projektaufwände. Hin- gegen werden bei KMU C und KMU D die Projekte ungefähr gleichhäufig unter- sowie über- schätzt. Jedoch ist der Schätzfehler bei unterschätzten Projektaufwänden tendenziell hö- her. Insgesamt kann einstimmig beobachtet werden, dass die aktuellen Schätzpraktiken Probleme mit der Genauigkeit haben. Dennoch geben KMU A und KMU C die Genauigkei- ten als eine der Stärke ihres Schätzprozesses an. Dies könnte auf den eher geringen pro- zentralen Schätzfehlern basieren, da somit immer noch für die Unternehmen akzeptable Schätzungen möglich sind. Als weitere Stärken, der auf Expertenschätzungen basierenden Schätzmethoden, wurden Schnelligkeit, einfache Umsetzbarkeit und die Möglichkeit zum Wissenstransfer genannt. Als negative Aspekte werden oft die fehlende Wissensspeiche- rung und fehlende oder geringe Standardisierung genannt.

### **Interpretation und Implikation**

Die Analyse der RE-Praxis und Schätzpraxis bei den teilnehmenden KMU ergab, dass es sehr heterogene Projektumgebungen bei den KMU gibt. Des Weiteren werden Aufwands- abschätzungen schon in frühen Projektphasen durchgeführt. Diese basieren auf Experten- schätzen und somit auf impliziertem Wissen. Außerdem gibt es Unterschiede, was den Zweck, den Prozess und die Granularität der Schätzung betrifft.

Die Anforderungen die aus dieser Analyse für das EMS abgeleitet werden können, sind im Folgenden genannt: Die Abakus Schätzmethode muss zum einen in verschiedenen Set- tings einsetzbar sein und zum anderen schon in frühen Projektphasen beitragen können. Außerdem muss die jeweilige Abstraktionsebene berücksichtigt werden können. Des Wei- teren müssen Einflussfaktoren und Wissen explizit miteinbezogen und gespeichert werden. Weiterhin muss die Verwendbarkeit von Schätzergebnissen in Kundenangeboten ermög- licht werden und zudem muss die Schätzmethode dem aktuellen Stand der Technik ent- sprechen.

## 1.2. Strukturen zur Speicherung von Anforderungen

Das folgende Kapitel beschreibt die Strukturierung von Anforderungen und Kontextinformationen in Form eines Datenmodells für das Experience Management System und die definierte Syntax für die Speicherung von Anforderungen und Kontextinformationen.

### Begriffsdefinition

Zunächst werden die wichtigsten Begrifflichkeiten zur Strukturierung von Anforderungen vorgestellt, diese sind:

- Kundenwünsche  
Welche Wünsche hat der Kunde an die umzusetzende Software?
- Features  
Welche wiederverwendbaren Komponenten hat das Unternehmen bereits umgesetzt (z.B. Kontaktformular, Blog, Forum)?
- Funktionen  
Welche Funktionen sind in den Features realisiert?
- Lösungsvarianten  
Welche Varianten ergeben sich aus den Funktionen der Features?

Um die Möglichkeit zu schaffen, Artefakte und deren Kalkulation für eine mögliche spätere Wiederverwendung zu erfassen, wurde analysiert (vgl. Kapitel 1.1) wie und in welchem Format die Kundenwünsche und dazugehörigen Lösungsskizzen bei den KMU vorliegen. Das Ergebnis zeigte, dass Kundenwünsche oftmals als Briefing Dokument, Anforderungsdokument, Email usw. vorliegen. Lösungsskizzen zu den entsprechenden Kundenwünschen liegen in Form von Präsentationen, Mock-Ups, Use Cases usw. vor. Diese Dokumente werden in der Abakus-Methode in **Kundenwünsche** und **Features** strukturiert. Die Features beinhalten hierbei die Lösungsskizzen.

### Organisation von Funktionen in Lösungsvarianten

Der Grundaufbau eines Features besteht aus einer Bezeichnung, wie zum Beispiel Kontaktformular, und einer Beschreibung. Des Weiteren beinhalten Features Funktionen, die einen Funktionsumfang des Kontaktformulars beschreiben. Dies könnte zum Beispiel ein Standard Attributset mit Name, Vorname und Anschrift sein oder auch ein Captcha Modul, welches einen Sicherheitsaspekt im Kontaktformular darstellt. Weiterhin beinhaltet es alle Dokumente, die wertvolle Informationen zur Realisierung einer Funktion enthalten.

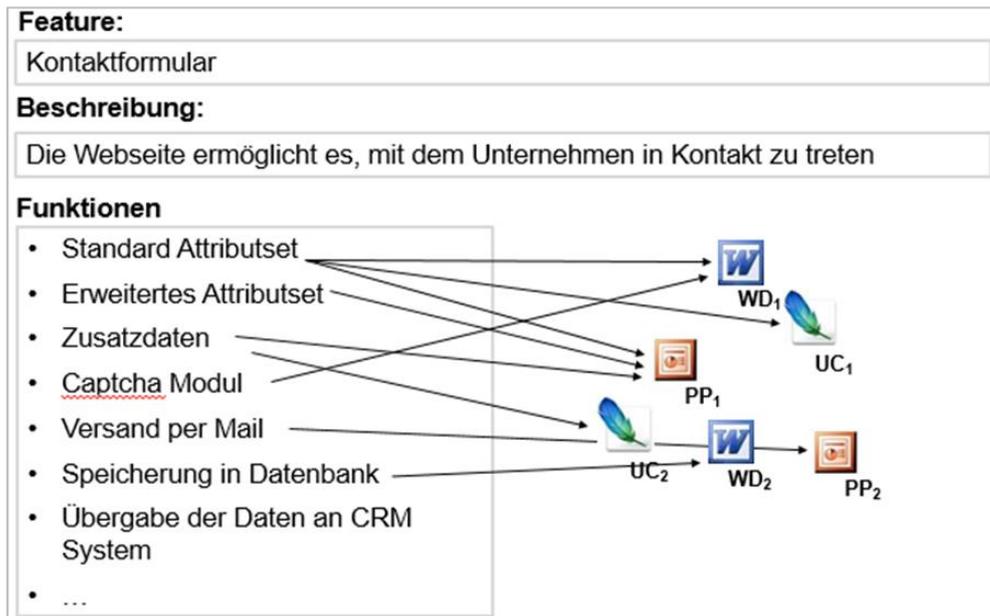


Abbildung 6: Feature und Funktionen

Abbildung 6: Feature und Funktionen visualisiert ein Feature mit dem Namen Kontaktformular. Dieses enthält ein Set an Funktionen. Die Pfeile in der Abbildung stellen die Verknüpfung zwischen Dokument und Funktion dar.

Wie auf der Abbildung zu erkennen ist, können mehrere Funktionen auf ein Dokument verweisen. Dies liegt darin begründet, dass ein Dokument Informationen zu mehreren Funktionen beinhaltet. Um eine bessere Strukturierung und spätere Wiederverwendung zu schaffen, enthalten die Bezugspfeile zusätzlich eine Kantenbeschreibung die darauf hinweisen welche Informationen sich in Dokument befinden und an welcher Stelle diese zu finden sind. Ein Beispiel hierfür wäre: Die Präsentation enthält auf Seite 10 einen Mock-Up zum Standard Attributset.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, ein Feature, in diesem Beispiel Kontaktformular, auf unterschiedliche Weise umzusetzen. Denkbar wäre ein Kontaktformular, das aus dem Standard Attributset und einem Captcha-Modul besteht, um die Anfrage an den Firmensupport zu realisieren. Ein anderes Beispiel ist dasselbe Kontaktformular, der Versand erfolgt allerdings via E-Mail.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden in der Abakus-Methode Lösungsvarianten definiert, die die Funktionen beinhalten, die für die Realisierung des gewünschten Kontaktformulars benötigt werden.

In Bezug auf die vorherigen beiden Beispiele würden im Feature Kontaktformular 2 Lösungsvarianten angelegt werden.

- Lösungsvariante 1 enthält die Funktionen Standard Attributset sowie die Funktion Captcha-Modul.
- Lösungsvariante 2 enthält die beiden Funktionen aus Lösungsvariante 1 und zusätzlich die Funktion Versand via E-Mail.

Wurden bereits mehrere Funktionen und Lösungsvarianten in einem Feature angelegt, bietet die Abakus-Methode die Möglichkeit, Lösungsvarianten miteinander zu vergleichen. Hierzu bietet die Methode 2 Möglichkeiten.

Die erste Möglichkeit besteht darin, eine Lösungsvariante auszuwählen. Daraufhin werden alle Funktionen angezeigt, die der Lösungsvariante zugeordnet sind.

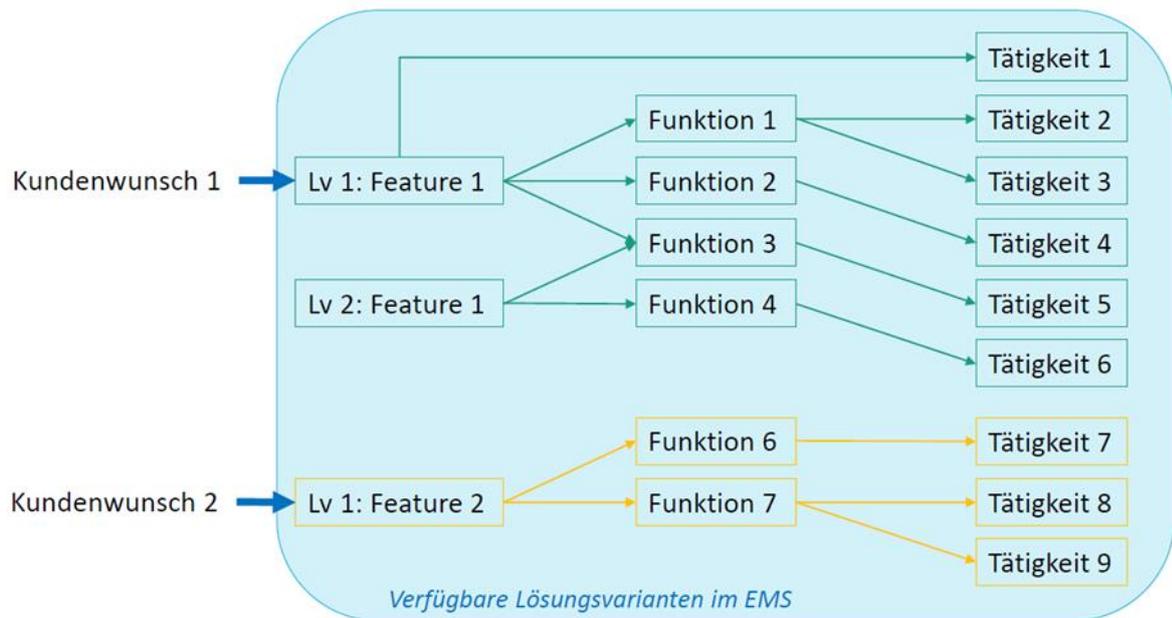
Bei der zweiten Möglichkeit werden die Funktionen ausgewählt, die für eine gewünschte Interpretation des Kontaktformulars notwendig sind. Die Methode zeigt nun alle Lösungsvarianten an, die eine, mehrere oder alle Funktionen enthalten, die ausgewählt wurden.

### **Kalkulationsschema**

Um eine wiederverwendbare Kalkulation zu schaffen, werden die Funktionen und Lösungsvarianten mit Tätigkeiten angereichert. Tätigkeiten beinhalten Informationen zur Kalkulation und Art des Aufwandes. Zur Kalkulation einer Tätigkeit werden die Aufwandsarten mit einer Zeitdimension, einem Kostensatz, einer Zeiteinheit und einer Ausprägung im konkreten Umfeld versehen. Dies soll an den folgenden 3 Beispielen illustriert werden:

- Tätigkeit Personalkosten  
Eine Stunde Customizing kostet 80,- € und für das Customizing des Captcha-Moduls in einem Kontaktformular werden zwei Stunden veranschlagt, woraus sich Kosten von 160,- € ergeben.
- Tätigkeit Lizenzkosten  
Die Lizenz einer Datenbank kostet 4.500,- € und für das Projekt werden zwei Lizenzen benötigt, woraus sich 9.000,- € Kosten ergeben.
- Tätigkeit Wartungskosten  
Für die Wartung des Systems werden jeden Monat 250,- € berechnet. 12 Monate Systemwartung verursachen damit 3.000,- € Kosten.

Nachdem eine Lösungsvariante und deren Funktionen kalkuliert wurden, wird diese mit einem Kundenwunsch verknüpft. Kundenwünsche bestehen in der Abakus-Methode aus kurzen aber aussagekräftigen Beschreibungen.



**Abbildung 7: Kundenwünsche mit Lösungsvarianten (Lv) verknüpfen**

### 1.3. Methoden zum Retrieval und zur Transformation von Anforderungen

Das Retrieval von Anforderungen ist eine der ersten Prozessschritte innerhalb der Abakus Methodik. Ziel ist es, aus verschiedenen Quellen Anforderungen in das Experience Management System zu übertragen. Grundlage für die Gestaltung der Methodik für das Retrieval von Anforderungen und das daraus resultierende Tool waren die in der Praxis genutzten Vorgehensweisen innerhalb des Anforderungsmanagements seitens der KMU (siehe Kapitel 1.1).

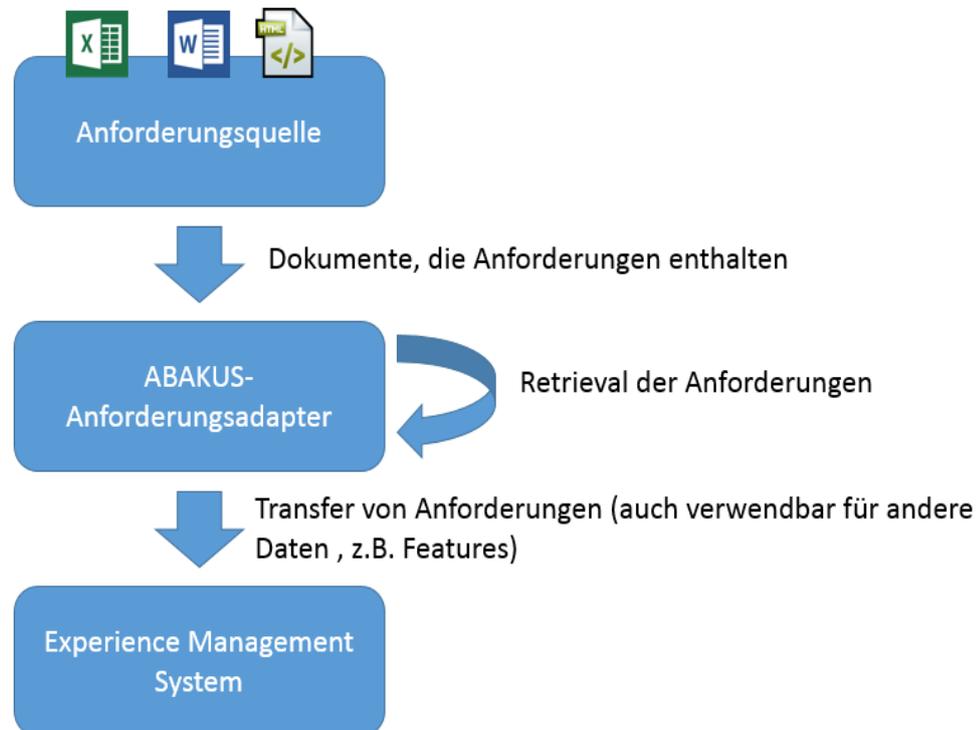
Neben den Werkzeugen, die für das Anforderungsmanagement seitens der KMU genutzt werden, ist auch die Beschreibungsform der Anforderungen von großer Bedeutung. Die häufigste genutzte Dokumentationsform von Anforderungen sind natürlich-sprachlich formulierte Sätze. In der Anforderungserhebungsphase werden oft auch Features genutzt um die nötige Funktionalität zu beschreiben, die während der Schätzung genutzt werden. Dies bedeutet, dass neben reinen Anforderungen (lösungsunabhängig) auch Features (Lösungsbausteine) genutzt werden, um Angebote und damit auch Schätzungen durchzuführen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass bei den KMU das meist genutzte Werkzeug, um Anforderungen zu spezifizieren, Office Programme wie Microsoft Word und Excel sind und dass natürlichsprachlich dokumentierte Anforderungen, die am weitest verbreitete Dokumentationsform ist.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden folgende Ziele für das Retrieval der Anforderungen identifiziert:

- Kein oder geringer Mehraufwand für das Retrieval von Anforderungen
- Einfache Verständlichkeit der Methodik
- Gute Benutzerführung beim Retrieval der Anforderungen
- Keine Vorgaben an Format, Struktur und Abstraktionsgrad der Anforderungen
- Einfache Integrierbarkeit mit dem Experience Management System

Daher kann die Methode für das Retrieval wie folgt dargestellt werden:



**Abbildung 8: Methodik für das Retrieval von Anforderungen**

Als Eingangsformat wurden natürlichsprachliche Anforderungen aus Word-, Excel- und HTML-Dateien als Ausgangsquelle angenommen. Es wurde festgelegt, dass der Anforderungsadapter diese importiert und den Nutzern die Möglichkeit bietet, die Anforderungen semi-automatisch zu „extrahieren“. Im nächsten Schritt werden die Anforderungen dann in das EMS übertragen. Da diese Funktionalität unabhängig vom Inhalt ist, kann es auch zum Import von Funktionen bzw. Features genutzt werden.

Der Anforderungsadapter wurde seitens der OSSENO Software GmbH als Webanwendung umgesetzt, da sie die einfachste Zugänglichkeit für die KMU Partner bietet und die technische Integration mit den anderen Entwicklungspartnern (Universität Trier und Fraunhofer IESE) am einfachsten ermöglicht hat.

Der Anforderungsadapter bietet folgende Funktionalitäten:

- Hochladen von Dokumenten im Word-, Excel- oder HTML-Format
- Einlesen der Inhalte der Dokumente
- Darstellung der Inhalte auf der Benutzeroberfläche
- Markieren der Anforderungen aus dem eingelesenen Text heraus
- Vorschau der extrahierten Anforderungen
- Bearbeitung der extrahierten Anforderungen
- Import der Anforderungen in das EMS (Datenübertragung)

Der entwickelte Anforderungsadapter wurde seitens der KMU-Partnern zunächst getestet und das Feedback wurde eingesammelt. Basierend auf diesem Feedback wurde der Anforderungsadapter optimiert. Eine dieser Optimierungen bestand darin, neben reinen Kundenwünschen auch Funktionen importieren zu können. Hierfür wurden die Benutzeroberfläche und die Kommunikationsschnittstelle mit dem EMS nochmals erweitert. In der finalen Evaluation wurde der Anforderungsadapter im Gesamtprozess genutzt und bildet einen wichtigen Baustein in der Umsetzung der Abakus Gesamtmethodik.

## 1.4. Schätzverfahren

Dieses Kapitel beschreibt die Anwendungsziele und grundlegenden Konzepte der im Rahmen des Projekts konzipierten Aufwandsschätzmethode. Dabei werden die unterschiedlichen Anwendungen der Methode jeweils anhand von Mockups illustriert. Abschließend werden die wichtigsten Eigenschaften der Methode zusammenfassend dargestellt.

### Anwendungsziele der Aufwandsschätzung in KMU

Ausgehend von den Ergebnissen, der im AP1.2 durchgeführten Umfragen und Interviews zur Schätzpraxis in den beteiligten KMU, ließen sich zwei wichtige Anwendungssituation für die Abakus Schätzmethode identifizieren:

- Die schnelle **Grobabschätzung** der Aufwände durch einen potentiell mit der späteren Umsetzung nicht vertrauten Kalkulator in einer frühen Projektanbahnungsphase, wobei die verlässliche Bestimmung der verbleibenden Unsicherheiten eine besondere Relevanz besitzt.
- Die **Feinabschätzung** der Aufwände durch die Fachexperten (z.B. Entwickler) in einer späteren Ausdetaillierungsphase unterstützt durch eine Bereitstellung von für die Schätzung relevanten Wissens und Führung des Experten durch den Schätzvorgang.

### A) Grobschätzung

Ausgehend von der im AP2.1 entwickelten Ontologie zur Strukturierung der Schätzbasis (vgl. Kapitel 1.2) kann hierbei die Grobschätzung auf der *Feature- oder Funktionsebene* stattfinden.

#### A.1) Grobschätzung auf der Feature-Ebene

Die *Ausgangssituation* der Grobschätzung auf der Feature-Ebene ist eine frühe Akquise- oder Planungsphase in der sich der Kontext des geschätzten Projekts charakterisieren lässt und Kundenwünsche zumindest in ihren Grundzügen bekannt sind, so dass sich die zur Erfüllung der Kundenwünsche notwendigen Features ableiten lassen.

Die durch die Schätzmethode zu befriedigenden Informationsbedürfnisse sind dabei:

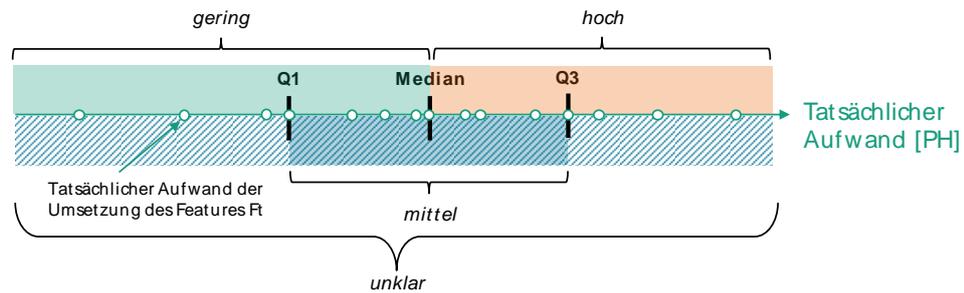
- Wieviel Aufwand wird für die Umsetzung grob benötigt?
- Wieviel Unsicherheit steckt in der Schätzung?

Als Wissensbasis zur Adressierung dieser Informationsbedürfnisse werden im Rahmen der Abakus-Methode die Informationen im EMS zu früheren Projekten genutzt, konkret, der Kontext in dem die früheren Projekte stattfanden, die Features, die im Projekt umgesetzt wurden sowie der Aufwand, der in diesen für die Umsetzung des Features benötigt wurde.

Vereinfacht lässt sich das Vorgehen im Rahmen der Grobschätzung auf der Feature-Ebene in vier Schritte untergliedern (1) die Zerlegung der Schätzaufgabe für das Gesamtprojekt in eine Reihe von Schätzungen für jeweils die Umsetzung eines spezifischen Feature, (2) die Eingrenzung der für das jeweilige Feature im aktuell zu schätzenden Projekt relevanten historischen Schätzbasis, (3) die Bestimmung der Ähnlichkeit der historischen Umsetzungskontexte zum aktuellen Umsetzungskontext (4) und die abschließende Abschätzung des erwarteten Aufwands sowie der verbleibenden Unsicherheit.

Das Rational für den ersten Schritt (*Zerlegung in Feature*) bildet die generelle Beobachtung, dass eine geeignete Zerlegung der Schätzaufgabe die Genauigkeit der Gesamtschätzung im Allgemeinen verbessert. Zudem erhöht die Zerlegung der Gesamtaufgabe in Schätzungen zu einzelnen Features den Grad an Wiederverwendung von vorhandenem Wissen aus dem EMS. Im Gegensatz zu einem Projekt, das in vergleichbarer Form selten zuvor durchgeführt wurde, werden in den meisten KMU vergleichbare Feature häufiger in mehreren Projekten bei verschiedenen Kunden umgesetzt. Basis zur Zerlegung bildet hierbei die Definition und Ablage relevanter Feature im EMS. Im Rahmen der Zerlegung werden Aufwände für existierende wie auch neue Feature jeweils individuell geschätzt und anschließend die Einzelschätzungen zur Gesamtschätzung aggregiert.

Grundlage des zweiten Schritts (*Eingrenzung der Schätzbasis*) bildet die Überlegung, potentiell vorhandenes Wissen des Schätzenden, das nicht vollständig im EMS abgebildet, in der Schätzung nutzbar zu machen, indem der Schätzende im Rahmen der Schätzung um eine relative Einschätzung der Aufwände gebeten wird. Auf dieser Basis wird dann die für die Aufwandsschätzung zur Verfügung stehende Datenbasis gefiltert. Hierbei wird anhand der Einschätzung, ob der aktuelle Aufwand für die Umsetzung des Feature relativ zu früheren Umsetzungen des Feature eher gering, mittel oder hoch ist bzw. durch den Schätzenden nicht abgeschätzt werden kann, nur eine entsprechende Untermenge von früheren Umsetzungen berücksichtigt. Abbildung 9 illustriert welche früheren Umsetzungen abhängig von der Einschätzung des Experten Berücksichtigung finden, wobei Q1 und Q3 die Grenzen des ersten respektive dritten Quartil repräsentieren.



**Abbildung 9: Einschränkung der Schätzbasis**

Das Rational des dritten Schritts (*Ähnlichkeitsbestimmung*) liefert die Überlegung, dass unter vergleichbaren Voraussetzungen für die Umsetzung eines gegebenen Features ähnlich viel Aufwand benötigt wird, was folglich impliziert, dass Aufwandszahlen aus früheren Projekten mit zum geschätzten Projekt ähnlichen Kontext bei der Schätzung stärker berücksichtigt werden sollten als solche mit einem stark unterschiedlichen Kontext. Basis der Ähnlichkeitsbestimmung bildet hierbei die Charakterisierung eines jeden historischen Projekts im EMS anhand durch den Nutzer frei definierbarer Kontext-Tags. Basierend auf Übereinstimmungen zwischen den gewählten Tags im früheren und neu zu schätzenden Projekt wird hierzu ein *Ähnlichkeitsmaß* ( $S$ ) berechnet, welches Werte zwischen 0 (extrem unterschiedlich) und 1 (nahezu identisch) annehmen kann. Das hierbei eingesetzte Ähnlichkeitsmaß ist asymmetrisch und legt somit einen Fokus auf Tags die zwar für das aktuelle Projekt gesetzt wurden, nicht aber für das historische:

$$S = \frac{n_{11}}{n_{10} + n_{11}}$$

$n_{11}$  Anzahl der Tags die im aktuellen wie auch früheren Projekten vorkommen

$n_{10}$  Anzahl der Tags die im aktuellen, aber nicht im früheren Projekt vorkommen

Die nachfolgende Abbildung 10 illustriert die Berechnung an einer beispielhaften Menge von Tags und historischen Projekten (Prj1 bis Prj4), die mit dem zu schätzenden Projekt (EPrj) verglichen werden, wobei eine „1“ bedeutet, dass der jeweilige Tag für das Projekt angegeben wurde.

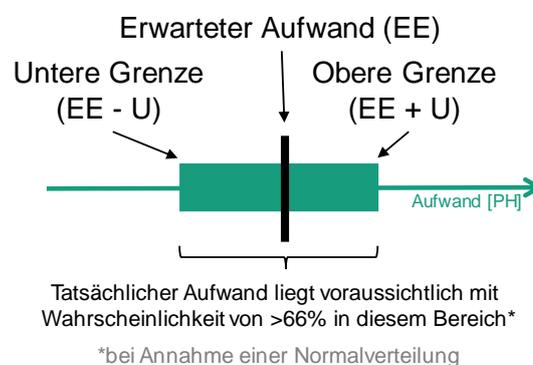
Tags	EPrj	Prj1	Prj2	Prj3	Prj4
Windows Umg.	1	1	1	1	0
Linux Umgebung	0	0	0	0	1
Neukunde	0	0	0	0	1
Cooperate Design	1	1	1	0	0
Responsive Design	0	0	1	0	1
C#	1	1	1	1	0
Java	0	0	0	0	1
<b>Ähnlichkeit S</b>	<b>n/a</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.67</b>	<b>0</b>

**Abbildung 10: Bestimmung der Ähnlichkeit zwischen den Umsetzungskontexten**

Die Grundlage des vierten und letzten Schritts (*Berechnung des erwarteten Aufwands und Unsicherheit*) bildet die empirisch begründete These, dass die einfache lineare Bündelung von Schätzungen komplexeren Verfahren im Allgemeinen zumindest gleichwertig ist (Clemen, 1989). Der geschätzte *erwartete Aufwand* (EE) bestimmt sich daher aus dem gewichteten Mittel der im EMS hinterlegten und in die Schätzbasis aufgenommenen Umsetzungsaufwände für das zu schätzende Feature, wobei sich die Gewichtung der Aufwandszahlen aus der zuvor bestimmten Ähnlichkeit der Umsetzungskontexte ergibt. Die *Unsicherheit* (U) bezüglich des geschätzten erwartenden Aufwands wird mit Hilfe der ebenfalls gewichteten Standardabweichung bestimmt:

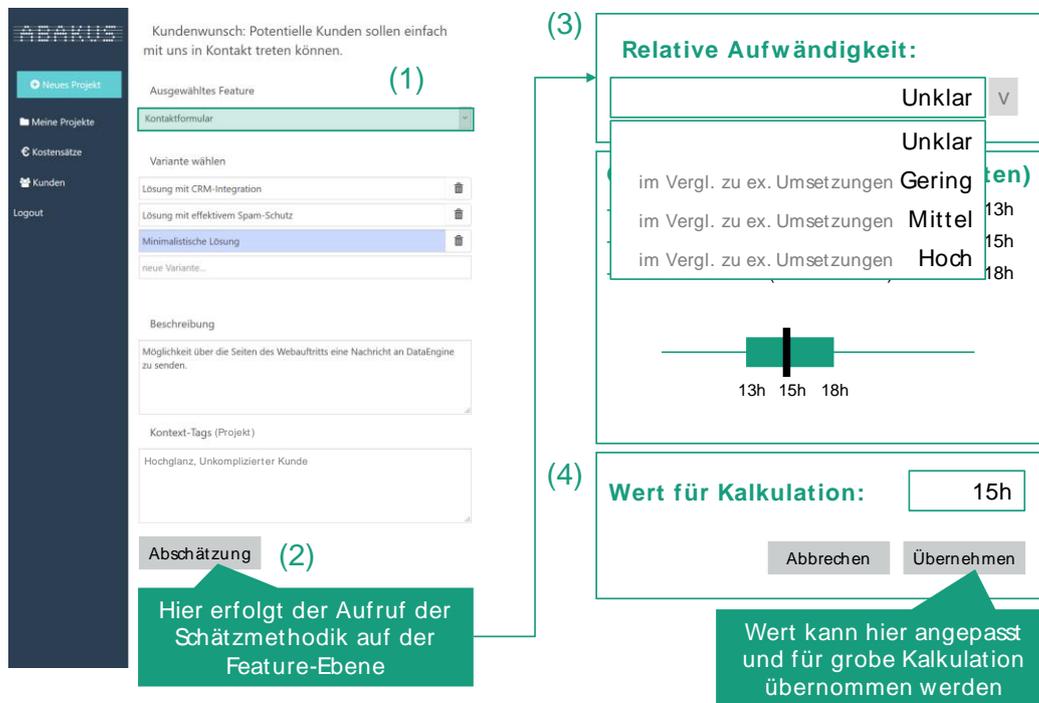
$$EE = \bar{x}_w = \sum \frac{S_i}{\sum S_i} \cdot AE(i) \quad U = \sigma_w = \sqrt{\sum \frac{S_i}{\sum S_i} \cdot (AE(i) - \bar{x}_w)^2}$$

Mittels dieser Werte lässt sich das Ergebnis der Schätzmethode für den Schätzenden beispielsweise wie in Abbildung 11 gezeigt visualisieren.



**Abbildung 11: Darstellung des erwarteten Aufwands und der verbleibenden Unsicherheit**

Abbildung 12 zeigt abschließend eine beispielhafte Integration der Grobschätzung auf Feature-Ebene in die Oberfläche des EMS anhand eines Mock-up.



**Abbildung 12: Grobe Aufwandsabschätzung für Umsetzung eines Feature**

Umsetzungsspezifika, insbesondere die Behandlung von Sondersituationen, beispielsweise eine statistisch zu geringe Anzahl von früheren Umsetzungen eines zu schätzenden Features oder die Schätzung eines bisher noch nie umgesetzten Features werden durch die Methode ebenfalls abgedeckt, an dieser Stelle aber nicht weiter behandelt.

## A.2) Grobschätzung auf der Funktionsebene

Die *Ausgangssituation* der Grobschätzung auf der Funktionsebene ist vergleichbar zur Ausgangssituation der Grobschätzung auf der Feature-Ebene in der frühen Akquise- oder Planungsphase in der sich der Kontext des geschätzten Projekts charakterisieren lässt. Im Gegensatz zu dieser sind bei der Schätzung auf Funktionsebene die Kundenwünsche jedoch schon stärker durchdrungen und nicht nur in ihren Grundzügen bekannt, so dass sich neben den notwendigen Features auch deren Funktionalitäten ableiten lassen.

Die durch die Schätzmethode zu befriedigenden Informationsbedürfnisse decken sich hierbei weitestgehend mit denen der Grobschätzung auf Feature-Ebene:

- Wieviel Aufwand wird für die Umsetzung grob benötigt?
- Wieviel Unsicherheit steckt in der Schätzung?
- Welche Funktionalitäten sind hauptverantwortlich für die verbleibende Unsicherheit?

Als Wissensbasis zur Adressierung dieser Informationsbedürfnisse werden im Rahmen der Abakus-Methode wie bei der Schätzung auf Feature-Ebene die Informationen im EMS zu früheren Projekten genutzt. Neben dem Kontext, in dem die früheren Projekte stattfanden, und den Features, die im Projekt umgesetzt wurden, werden hierbei jedoch zusätzlich Informationen über die Variante des umgesetzten Feature und zu den Aufwänden benötigt, die bei der Umsetzung der einzelnen Funktionalitäten des Feature angefallen sind.

Das Vorgehen im Rahmen der Schätzung deckt sich weitestgehend mit dem der Grobschätzung auf Feature-Ebene mit der Besonderheit, dass hier die Schätzung auf einer höheren Detaillierungsebene und zwar der der einzelnen Funktionalitäten des Feature stattfindet. Die Schätzung des erwarteten Aufwands (EE) für die Umsetzung des Feature ergibt sich hierbei aus der Summe der erwarteten Aufwände für die Umsetzung der einzelnen Funktionalitäten ( $Fc_i$ ) des Feature. Die Gesamtunsicherheit (U) lässt sich analog auf Grundlage des Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsgesetz bestimmen, solange wir eine Unabhängigkeit der Schätzfehler und Varianzhomogenität unterstellen:

$$EE = \sum_{i=1}^n EE(Fc_i) \quad U = \sqrt{\sum_{i=1}^n U(Fc_i)^2}$$

Abbildung 13 zeigt abschließend eine beispielhafte Integration der Grobschätzung auf Funktionsebene in die Oberfläche des EMS anhand eines Mock-up. Hierbei zeigt die linke Spalte die ausgewählte Variante des abzuschätzenden Feature und die mittlere Spalte ermöglicht, die vorausgewählte Variante um weitere Funktionalitäten zu erweitern oder Funktionalitäten abzuwählen und die Abschätzung anzustoßen. Die rechte Spalte präsentiert das Schätzergebnis und ist im Vergleich zur Abschätzung auf der Feature-Ebene um eine Darstellung der Gründe für verbleibende Unsicherheiten in der Schätzung erweitert.

**Kundenwunsch:** Potentielle Kunden sollen einfach mit uns in Kontakt treten können.

**Ausgewähltes Feature:** Kontaktformular (1)

**Variante wählen:** Lösung mit CRM-Integration, Lösung mit effektivem Spam-Schutz, **Minimalistische Lösung**

**Beschreibung:** Möglichkeit über die Seiten des Webauftritts eine Nachricht an DataEngine zu senden.

**Kontext-Tags (Projekt):** Hochglanz, Unkomplizierter Kunde

**Abschätzung:** (3)

**Funktionen:** (2)

Enthaltene Funktionen:

- Anbindung an CRM-Lösung des Kunden
- CAPTCHA zur Prüfung auf menschlichen Nutzer
- Eingabe von Text und E-Mailadresse
- Prüfung der E-Mailadresse auf Wohlgeformtheit
- Versand der Nachricht an fix definierte E-Mailadresse
- Auswahlbox mit Themenfeldern (NEW)**

**Aufwändigkeitskategorie:** Unklar, Gering, Mittel, Hoch

**Geschätzter Aufwand (4):**

- Untere Grenze = 8h
- Erwarteter Wert = 22h
- Obere Grenze = 38h

**Wichtige Gründe für Unsicherheit:**

Rang	Funktionen	Erw. Aufw.	Unsch.
1.	Auswahlbox mit Themenfeldern	20h	±16h
2.	Versand der Nachrichten an fix...	5h	± 3h

**Wert für Kalkulation:** 38h

Buttons: Abbrechen, Übernehmen

**Wert kann hier angepasst und für grobe Kalkulation übernommen werden**

Abbildung 13: Grobe Aufwandsabschätzung auf Funktionsebene

## B) Feinschätzung

Die *Ausgangssituation* der Feinschätzung unterscheidet sich von der Ausgangssituation der Grobschätzung insbesondere in dem Umstand, dass eine Feinschätzung durch die jeweiligen *Fachexperten* erfolgt. Daher liegt bei der Feinschätzung der Schwerpunkt nicht in der Bereitstellung einer groben Schätzung und entsprechender Unsicherheitsinformationen, sondern in der effektiven Bereitstellung und Aufbereitung der Informationen aus dem EMS und weiterer verfügbarer Quellen, die den Fachexperten bei seiner Schätzung helfen.

Die Abakus Methode unterstützt hierbei zwei elementare Aktivitäten im Rahmen der Feinschätzung des Projektaufwands, einerseits das schnelle *Auffinden einer historischen Basis*, die ein geeignetes Gerüst von Tätigkeiten zur Umsetzung eines Feature liefert, andererseits die Abschätzung des Aufwands zur Entwicklung neuartiger Funktionen innerhalb eines bestehenden Feature durch den Fachexperten auf Basis einer *Impact-Analyse*.

## Basisbestimmung für Detailplanung

Die *Ausgangssituation* bei der Bestimmung einer geeigneten historischen Basis, die als Gerüst für die Schätzung einzelner Tätigkeiten dienen kann, ist eine fortgeschrittene Akquise- oder Planungsphase. Dies bedeutet insbesondere, dass der Kontext des zu schätzenden Projekts charakterisiert wurde und aus den erfassten Kundenwünschen schon alle für deren Erfüllung notwendige Features inklusive Funktionalitäten abgeleitet wurden.

Das durch die Schätzmethode zu befriedigenden Informationsbedürfnisse ist hierbei:

- Welche im EMS hinterlegte Umsetzung des Feature ist am besten als „Vorlage“ für eine Feinschätzung und detaillierte Aufwandsplanung im aktuellen Projekt geeignet?

Als Wissensbasis zur Adressierung dieses Informationsbedürfnisses werden im Rahmen der Abakus-Methode die Informationen im EMS zu früheren Projekten genutzt, konkret, der Kontext, in dem die früheren Projekte stattfanden sowie die Features und deren Funktionen, die im jeweiligen Projekt umgesetzt wurden.

Vereinfacht lässt sich das Vorgehen in zwei Schritte untergliedern: (1) Bestimmung und Anzeige der Ähnlichkeit früherer Umsetzungen des zu realisierenden Features und nach Auswahl einer bestimmten Umsetzung (2) die Anzeige aller relevanten Tätigkeiten und Aufwände der gewählten Umsetzung, die abschließend durch den Schätzenden weiter für die geplante Umsetzung angepasst werden können.

Aufgrund der Tatsache, dass in früheren Projekten ein Feature potenziell in vielen sich auch funktional unterscheidenden Formen umgesetzt wurde, werden die Umsetzungen anhand zwei unabhängiger Dimensionen hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit bewertet und dargestellt, der funktionalen und der kontextuellen Ähnlichkeit.

Basis der *kontextuellen Ähnlichkeitsbestimmung* bildet hierbei die Charakterisierung einer jeder früheren Umsetzung des Feature inklusive des entsprechenden Projekts im EMS anhand durch den Nutzer freidefinierbarer Kontext-Tags. Basierend auf Übereinstimmungen zwischen den gewählten Tags für die frühere und die neu zu schätzende Umsetzung wird hierzu das kontextuelle *Ähnlichkeitsmaß* ( $S_K$ ) berechnet, welches Werte zwischen 0 (extrem unterschiedlich) und 1 (nahezu identisch) annehmen kann.

Das eingesetzte Ähnlichkeitsmaß ist asymmetrisch und legt hierbei einen Fokus auf Tags die zwar für die aktuelle Umsetzung als relevant gesetzt wurden, nicht aber für die historische:

$$S_K = \frac{n_{11}}{n_{10} + n_{11}}$$

$n_{11}$  # Tags die bei der aktuellen wie auch früheren Umsetzung vorkommen

$n_{10}$  # Tags die bei der aktuellen, aber nicht bei der früheren Umsetzung vorkommen

Basis der *funktionalen Ähnlichkeitsbestimmung* bildet die Charakterisierung einer jeder im EMS hinterlegten Umsetzung des Feature anhand der in ihr realisierten Funktionen. Auf Grundlage von Übereinstimmungen zwischen den Funktionen für die frühere und die neu zu schätzende Umsetzung wird hierzu das funktionale *Ähnlichkeitsmaß* ( $S_F$ ) berechnet, welches Werte zwischen 0 (keine gemeinsame Funktionalität) und 1 (Übereinstimmung in allen umzusetzenden Funktionalitäten) annehmen kann. Das hierbei verwendete Maß ist ebenso wie das kontextuelle Ähnlichkeitsmaß asymmetrisch angelegt, da es für den Schätzenden einfacher ist, überflüssige Funktionalitäten bei der Schätzung zu exkludieren als fehlende Funktionalitäten in die Schätzung aufzunehmen.

Folglich liegt der Fokus auf Funktionen, die in der aktuellen Umsetzung realisiert werden, nicht aber in der Historie:

$$S_F = \frac{n_{11}}{n_{10} + n_{11}}$$

$n_{11}$  # Funktionen, die bei der aktuellen wie auch früheren Umsetzung vorkommen

$n_{10}$  # Funktionen, die bei der aktuellen, aber nicht bei der früheren Umsetzung vorkommen

Abbildung 14 zeigt abschließend eine beispielhafte Integration der für die Detailplanung relevanten Ähnlichkeitsinformationen in die Oberfläche des EMS anhand eines Mock-up.

Hierbei zeigt die linke Spalte die für die aktuelle Umsetzung des Feature als relevant erachtete Funktionalitäten (grüne Pins). Die mittlere Spalte zeigt eine Liste mit im EMS hinterlegten früheren Realisierungen des gewählten Feature sowie deren kontextuelle wie auch funktionale Ähnlichkeit zur geplanten Umsetzung.

Für die aus dieser Liste gewählte Umsetzung wird in der linken Spalte angezeigt, welche zusätzlichen Funktionalitäten diese gegenüber der geplanten Umsetzung aufweist (graue Markierung) und welche Funktionen der geplanten Umsetzung in dieser nicht vorhanden sind (rote Markierung).

Des Weiteren werden in der rechten Spalte alle Tätigkeiten und deren Aufwände aufgeführt, die entweder mit der Umsetzung des Feature im Allgemeinen oder der Umsetzung einer der geplanten Funktionalität verbunden sind. Tätigkeiten, die sich exklusiv auf die Umsetzung nicht geplanter Funktionalitäten beziehen, werden hier automatisch grauschattiert dargestellt.

The screenshot displays the ABAKUS software interface, divided into several sections:

- Left Panel:** A navigation sidebar with options like 'Neues Projekt', 'Meine Projekte', 'Kostensätze', 'Kunden', and 'Logout'.
- Top Section:** 'Funktionen' (Functions) with a list of 'Enthaltene Funktionen' (Included Functions). Each item has a status indicator: a grey checkmark for additional features and a red checkmark for missing features.
 

Funktion	Status
Anbindung an CRM-Lösung des Kunden	Grey checkmark
CAPTCHA zur Prüfung auf menschlichen Nutzer	Red checkmark
Eingabe von Text und Emailadresse	Green checkmark
Prüfung der Emailadresse auf Wohlgeformtheit	Red checkmark
Versand der Nachricht an fix definierte Emailadresse	Red checkmark
Double-Opt-in mittels Email-Link	Green checkmark
- Middle Section:** 'Realisierungen (1)' (Realizations) table.
 

Realisierung	Ähnlichkeit
Lösung m. CRM-Integr.   CampOne	0.9   0.3
Lösung m. CRM-Integr.   pStudios	0.9   0.2
Lösung m. eff. Spam-S   zeroSolution	0.7   0.2
Lösung m. eff. Spam-S   gNext	0.7   0.6
Minimalistische Lösung   wordX	0.4   0.2
Minimalistische Lösung   searchALL	0.4   0.3
- Right Panel:** 'Tätigkeiten (2)' (Activities) section. It shows a list of activities with their duration and cost.
 

Tätigkeit	Dauer	Kosten
Umsetzung der Maske im Code der Webseite	2 Std	200 €
Einfügen Aufruf von bestehender Prüfroutine	1 Std	100 €
Einfügen von Hinweis auf fehlerhafte Emailad	2 Std	200 €
Schreiben von Adapter für SAP CRM	2 Std	200 €

Two green callout boxes provide additional context:

- Callout 1 (Middle):** 'Hier kann eine Realisierung als „Schablone“ für die Spezifikation der Tätigkeiten ausgewählt werden' (Here a realization can be selected as a template for the specification of the activities).
- Callout 2 (Right):** 'Hier können Tätigkeiten und Aufwände der „Vorlage“ für die aktuelle Kalkulation überarbeitet werden' (Here activities and costs of the template can be edited for the current calculation).

Abbildung 14: Bestimmung einer geeigneten Basis für die Detailplanung des Aufwands

## Impact-Analyse

Die Impact Analyse dient der Unterstützung des Fachexperten bei der Abschätzung des Aufwands zur Entwicklung neuartiger Funktionen innerhalb eines bestehenden Feature. Dies ist insbesondere bei der Produktentwicklung relevant, bei der im Gegensatz zum Projektgeschäft, vergleichbare Funktion nicht mehrfach in unterschiedlichen Kontexten umgesetzt werden. Vielmehr stellt sich bei der Produktentwicklung primär die Frage wie komplex sich die Integration einer neuen Funktionalität in ein bestehendes Feature gestaltet.

Die Impact-Analyse stellt in diesem Zusammenhang eine Erweiterung des Kerns der Abakus-Methode dar, da diese getrieben durch ihr Nutzungsszenario nur für eine KMU im Konsortium eine herausragende Relevanz besaß, andererseits auf Grund ihrer Abhängigkeit von den analysierten Artefakten in ihrer Umsetzung einer Kontext-spezifischen Anpassung bedarf. Daher wurde die Methode ausschließlich für eine KMU im Konsortium exemplarisch instanziiert und erprobt. Eine ausführliche Beschreibung der Methode und ihrer beispielhaften Instanziiierung stehen in einer separaten Publikation bereit [REF?].

### **C) Abakus Schätzmethode – Zusammenfassung**

Die Abakus Schätzmethode *orientiert sich am Vorgehen in der Praxis* und versucht, die dort vorherrschenden Expertenschätzungen zu unterstützen und mit einer zuverlässigen Datenbasis zu unterlegen, anstelle ein neues datenbasiertes algorithmisches Verfahren vorzuschlagen. Da der Nutzer im Rahmen einer Schätzung als wichtige Informationsquelle anzusehen ist und letztlich für die Qualität der Schätzung Verantwortung übernimmt, bezieht die Abakus-Methode den Anwender explizit ein. An die Stelle einer Bevormundung durch die Methode tritt ein Informationsangebot basierend auf zuvor gesammelter Projektdaten.

Die Abakus-Methode zeichnet hierbei ein hoher Grad an *Flexibilität* aus, wodurch sie für verschiedene Arten von Nutzern und Projekttypen anwendbar bleibt. Ein Aspekt auf den beim Entwurf (und der Evaluation) der Methode besonderen Wert gelegt wurde, ist ihre *Einfachheit*, so dass auch für noch unerfahrene Nutzer in einem KMU möglichst geringe Hürden für ihre Verwendung im Projektalltag entstehen.

Die Methode stellt *Unsicherheiten* in Schätzergebnissen explizit dar, um die verbreitete und empirisch belegte Selbstüberschätzung, die als bekannte Schwäche von reinen Expertenschätzungen gilt, dem Nutzer im Rahmen der Schätzung ins Bewusstsein zu rücken.

## 1.5. EMS Workflow und Visualisierung

In diesem Kapitel werden Ergebnisse des Arbeitspaketes AP2.4 - insbesondere der EMS Workflow sowie die darauf basierenden Interaktions- und Visualisierungskonzepte - beschrieben.

Das Vorgehen, welches im Rahmen dieser Arbeiten verfolgt wurde, bestand im Wesentlichen aus den folgenden 4 Schritten, auf die im weiteren Verlauf dieses Kapitels genauer eingegangen wird:

- Schritt 1: Definition EMS Workflow (siehe Kapitel 1.5.A)
- Schritt 2: Entwurf und Konzeption verschiedener Designvarianten in Form von klickbaren Prototypen (siehe Kapitel 1.5.B)
- Schritt 3: Exploration der Prototypen durch Anwendungspartner (siehe Kapitel 1.5.C)
- Schritt 4: Erstellung finales Interaktions- und Visualisierungskonzept als Grundlage für die Realisierung (siehe Kapitel 1.5.D)

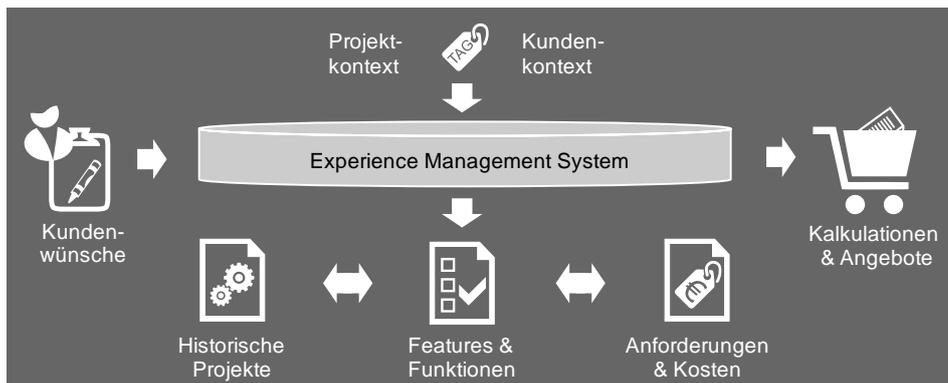
### A) Schritt 1: Definition EMS Workflow

#### A.1) Vorgehensweise und Lösungsidee

Basierend auf den Erkenntnissen der Ist-Analyse aus AP1 (siehe Kapitel 1.1) sowie den daraus abgeleiteten Konzepten des Datenmodells (siehe Kapitel 1.2) wurde von den beiden Forschungspartnern ein Workflow definiert, welcher die intendierte Nutzung des Experience Management Systems (EMS) aus Sicht der Benutzer (Anwendungspartner) abbilden sollte. Zielsetzung der Workflow-Definition war es, ein gemeinsames Verständnis über die zugrundeliegenden Aktivitäten des Workflows unter den Projektpartnern zu erreichen und somit eine valide Basis für die Erstellung der zugehörigen Interaktions- und Visualisierungskonzepte zu erhalten, die schließlich als Grundlage in die Realisierung des werkzeuggestützten Demonstrators einfließen (siehe Kapitel 1.6).

Der Workflow wurde im Rahmen einer iterativen Vorgehensweise konzipiert: eine initiale Version des Workflows wurde von den beiden Forschungspartnern erstellt und den Projektpartnern im Rahmen eines gemeinsamen Workshops vorgestellt. Basierend auf den Diskussionsergebnissen des Workshops wurden weitere Versionen des Workflows konzipiert, den Anwendungspartnern vorgestellt und unter Berücksichtigung des Feedbacks der Anwendungspartner überarbeitet.

Abbildung 15 gibt einen Überblick über die wesentlichen Konzepte und deren Beziehungen, die der allgemeinen Lösungsidee zur werkzeuggestützten erfahrungsbasierten Schätzmethodik zugrunde liegen.



**Abbildung 15: Allgemeine Lösungsidee zum EMS Workflow**

Nach der Charakterisierung des **Projekt- sowie des Kundenkontextes** erfolgt das Anlegen der mit den Kunden gemäß den KMU-spezifischen Anforderungsprozessen erhobenen und abgestimmten **Kundenwünsche** im EMS.

Nachdem alle Kundenwünsche für ein Projekt im EMS zusammengestellt sind, unterstützt der Workflow die Benutzer dabei, den einzelnen Kundenwünschen geeignete **Features & Funktionen** zuzuweisen. Ergänzend dazu kann der Benutzer auf Artefakte aus früheren Projekten (**historische Projekte**) sowie zugehörige Aufwandsdaten (**Anforderungen & Kosten**) zuzugreifen, die aus der Umsetzung der ausgewählten Features und Funktionen aus früheren Projekten bekannt und mit diesen verknüpft sind. Schließlich erfolgt eine Errechnung einer Schätzung (**Kalkulation & Angebote**) basierend auf der dem EMS zugrundeliegenden Schätzmethodik (siehe Kapitel 1.4).

### A.2) Der EMS Workflow im Detail

Um eine gute Kommunikationsgrundlage im Projekt hinsichtlich des Workflows zu erreichen, wurde der Workflow in abstrahierter Form als MS Visio® Diagramms modelliert (siehe Abbildung 16), welches im Rahmen der oben erwähnten gemeinsamen Workshops den Projektpartnern vorgestellt und iterativ verfeinert wurde.

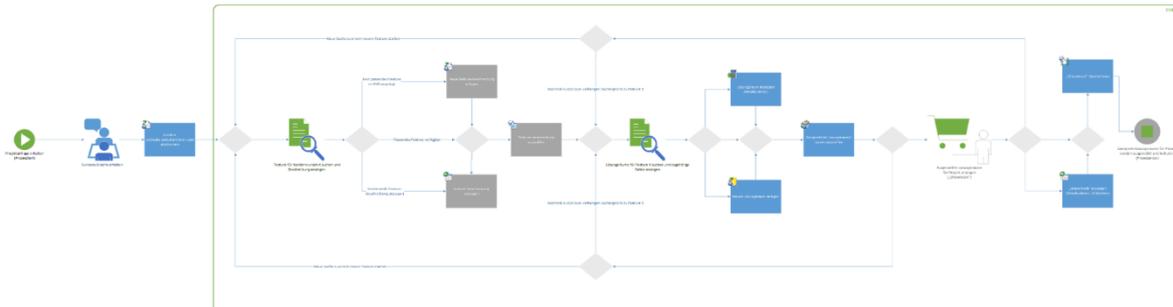


Abbildung 16: MS Visio Diagramm des EMS Workflows

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des Workflows<sup>1</sup> genauer beschrieben und jeweils durch die entsprechenden abstrahierten Diagrammausschnitte veranschaulicht.

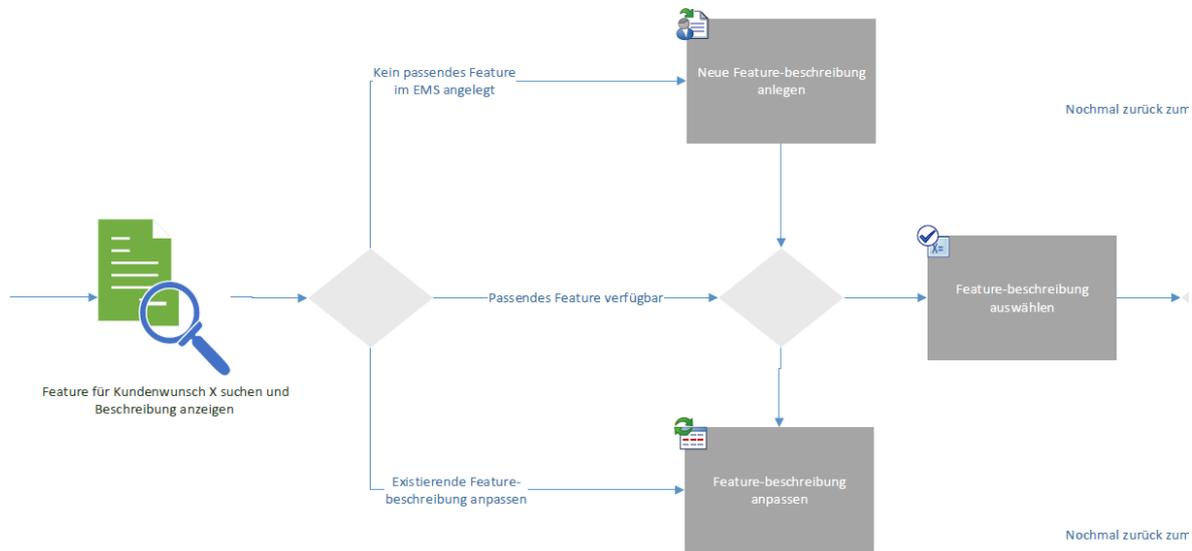


Abbildung 17: Start des EMS Workflows (Kundenwünsche erheben)

Der Workflow beginnt mit dem Anlegen eines neuen Kundenprojektes sowie der Dokumentation von Kundenwünschen, die nach den spezifischen Anforderungsprozessen der KMU erhoben und abgestimmt werden.

Ein Kundenwunsch ist grundsätzlich eine möglichst einfache Aussage darüber, was der Kunde von der Software verlangt. Zum Beispiel: "Die Unternehmenswebsite sollte es dem Besucher ermöglichen, mit dem Unternehmen in Kontakt zu treten."

<sup>1</sup> Bei der hier beschriebenen Variante des Workflows handelt es sich um die Version, die als Grundlage für die Umsetzung des Interaktions- und Visualisierungskonzeptes verwendet wurde. Durch die Umsetzung und Evaluation des Demonstrators wurde auch dieser Workflow weiter verfeinert. Diese Änderungen wurden jedoch direkt in den in Kapitel 1.6 beschriebenen Demonstrator integriert.



**Abbildung 18: Kundenwünsche im EMS anlegen und Feature zuweisen**

Die erhobenen und abgestimmten Kundenwünsche werden nun im EMS angelegt. Dies kann entweder manuell oder über einen semi-automatischen Import erfolgen (siehe Kapitel 1.3). Sobald eine Liste an Kundenwünschen für ein Projekt zusammengestellt ist, beginnt die Suche nach Features, die im EMS gespeichert sind und die am besten zu den jeweiligen Kundenwünschen passen (siehe Abbildung 18).

Wir betrachten ein Feature als eine Sammlung zusammenhängender Funktionalitäten, in einer potentiell wiederverwendbaren Softwarekomponente, die das Unternehmen bereits entwickelt hat. Beispielsweise kann die vom Kunden geforderte Möglichkeit mit dem Unternehmen in Kontakt zu treten, über eines oder mehrere der Features „Kontaktformular“, „Chat“, „Forum“ oder „MailTo-Link“ realisiert werden.

Können keine passenden Features gefunden werden, so kann der Benutzer ein neues Feature und zugehörige Beschreibungen im EMS anlegen sowie bereits existierende Feature-beschreibungen anpassen.

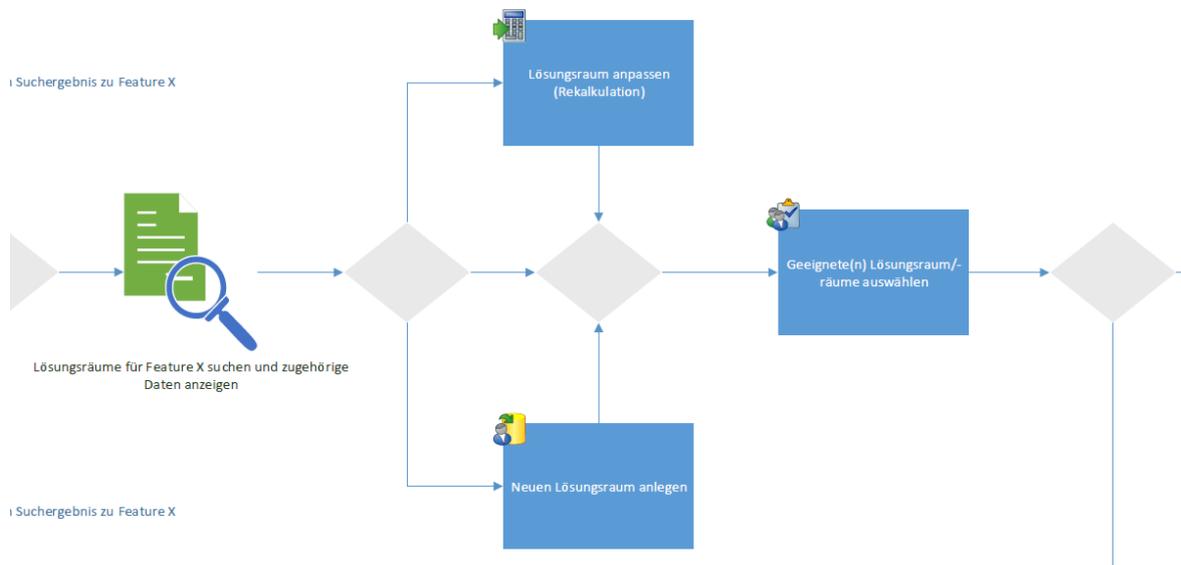


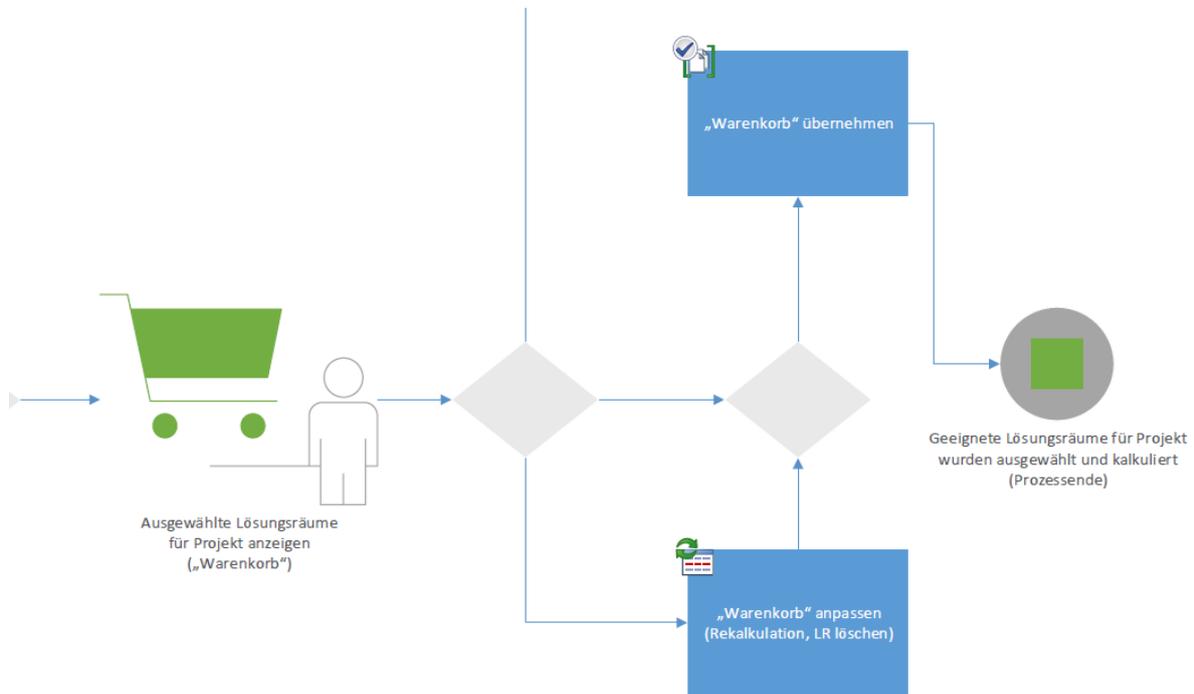
Abbildung 19: Lösungsraum für Feature definieren

Im nächsten Schritt wird der Lösungsraum für ein zu einem Kundenwunsch passenden bzw. neu angelegten Feature definiert. Dies geschieht durch Definition bzw. Analyse der folgenden Entitäten: Features sind häufig in den Unternehmen schon in verschiedenen **Varianten** umgesetzt worden. Eine Basisvariante des Kontaktformulars verwendet z. B. einen Standardsatz von Attributen, wie Name, Adresse und Kommentar und versendet eine Mail an eine hinterlegte Adresse. Eine aufwändigere Variante beinhaltet hingegen zusätzlich z. B. eine Captcha-Funktion, um Spam zu verhindern. Die Varianten des Feature unterscheiden sich folglich hinsichtlich der durch sie bereitgestellten **Funktionen**. Da sie bereits in früheren Projekten umgesetzt wurden, ist zudem bekannt, welche **Tätigkeiten** für ihre Umsetzung notwendig waren und wieviel Aufwand für diese Tätigkeiten benötigt wurde.

Das Wissen über den Projektkontext, die Beziehungen zwischen den Features, ihren Varianten und den darin realisierten Funktionen ist die Basis für die Suche nach denjenigen **Software-Artefakten und historischen Aufwandsdaten**, die möglichst gut zur aktuellen Kundenanfrage passen. Im EMS sind dazu zusätzlich die Dokumente aus den früheren Projekten verknüpft, in den die Anforderungen und Lösungen detailliert beschrieben sind.

Abschließend gibt das EMS für jeweilige Lösungsräume **Schätzungen** ab, in denen z. B. der Entwicklungsaufwand und die Lizenzkosten berechnet werden.

Der Benutzer hat hierbei stets die Möglichkeit, den im EMS hinterlegten Lösungsraum zu einem Feature anzupassen oder auch einen neuen Lösungsraum durch Definition von Varianten, Funktionen, sowie initialen Schätzungen anzupassen (siehe Abbildung 19).



**Abbildung 20: Der "Warenkorb"**

Wurde ein zu einem Feature passender Lösungsraum definiert, so kann dieser in den „Warenkorb“ übernommen werden. Dieser enthält eine Übersicht über alle bisher definierten Lösungsräume und zugehörigen Kalkulationen für die einzelnen Kundenwünsche bzw. zugehörigen Features für ein bestimmtes Projekt. Sofern noch „offene Kundenwünsche“ in der Liste vorhanden sind, kann der Benutzer die zuvor beschriebenen Schritte für den nächsten Kundenwunsch in der Kundenwunschliste durchführen. Wurden alle Kundenwünsche einem Feature bzw. Lösungsraum zugewiesen, kann sich der Benutzer im Warenkorb die gesamte Kalkulation ansehen und diese bei Bedarf anpassen (siehe Abbildung 20).

## B) Schritt 2: Entwurf und Konzeption verschiedener Designvarianten in Form von klickbaren Prototypen

Um den oben beschriebenen Workflow für die Anwendungspartner „erlebbar“ zu machen, wurde der Workflow in Form interaktiver Mockups prototypisch umgesetzt. Dabei wurden alternative Interaktions- und Visualisierungskonzepte erarbeitet.

### B.1) Designvariante #1

Die folgenden Abbildungen (Abbildung 21 bis Abbildung 36) illustrieren die erste initiale Designvariante des Prototyps. Hierbei basiert das Interaktionskonzept auf einer dynamischen Erweiterung des User Interfaces im mittleren zentralen Bereich, um Informationen zu neuen Varianten, Funktionen etc. zu definieren.

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  
 öffnen

Kundenwünsche und zugeordnete Features:  
➔ +

Projekt: bester Kunde 🛒

Features:  + Tag Wörds bearbeiten

---

Varianten: +

Funktionen: +

Aufwände: i +

Overheadzuschlag:  % 0€

Risikofaktor:  % 0€

Gesamtkosten: 0€

Dokumente: +

Mit Kundenwunsch verknüpfen

Abbildung 21: Neuen Kundenwunsch anlegen

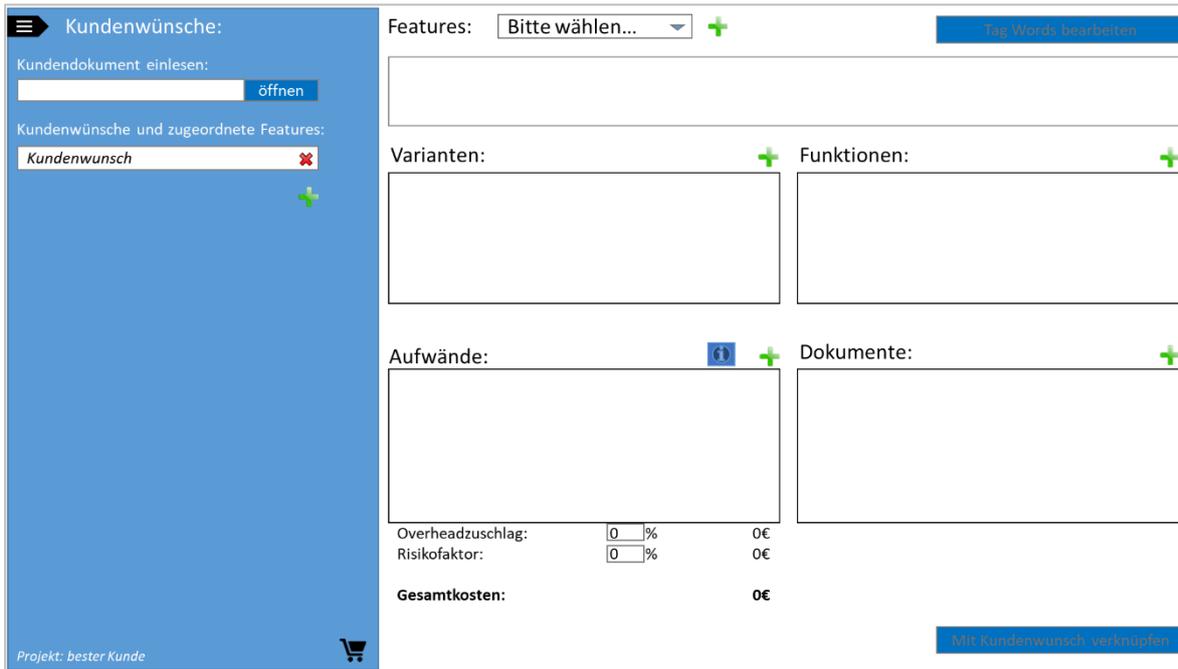


Abbildung 22: Bezeichnung für Kundenwunsch definieren

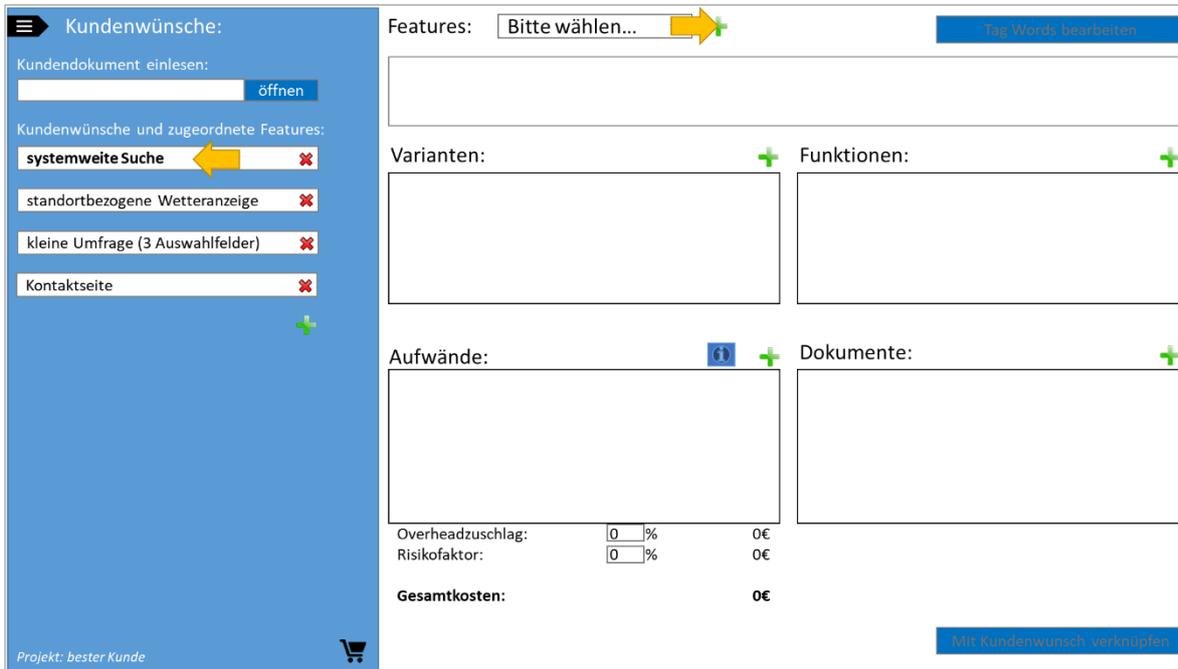


Abbildung 23: Für Kundenwunsch "systemweite Suche" ein neues Feature anlegen

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  **öffnen**

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche ✖
- standortbezogene Wetteranzeige ✖
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder) ✖
- Kontaktseite ✖

Projekt: *bester Kunde*

**Features:**  **+** **Tag Words bearbeiten**

Beschreibung...

**Varianten:** **+** **Funktionen:** **+**

**Aufwände:** **+** **Dokumente:** **+**

Overheadzuschlag:  % 0€  
 Risikofaktor:  % 0€  
**Gesamtkosten:** 0€

**Speichern**

Abbildung 24: Felder zum Anlegen eines neuen Features

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  **öffnen**

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche ✖
- standortbezogene Wetteranzeige ✖
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder) ✖
- Kontaktseite ✖

Projekt: *bester Kunde*

**Features:**  **+** **Tag Words bearbeiten**

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:** **+** **Funktionen:** **+**

**Aufwände:** **+** **Dokumente:** **+**

Overheadzuschlag:  % 0€  
 Risikofaktor:  % 0€  
**Gesamtkosten:** 0€

**Speichern**

Abbildung 25: Definition Name und Beschreibung des neuen Features ("Suche")

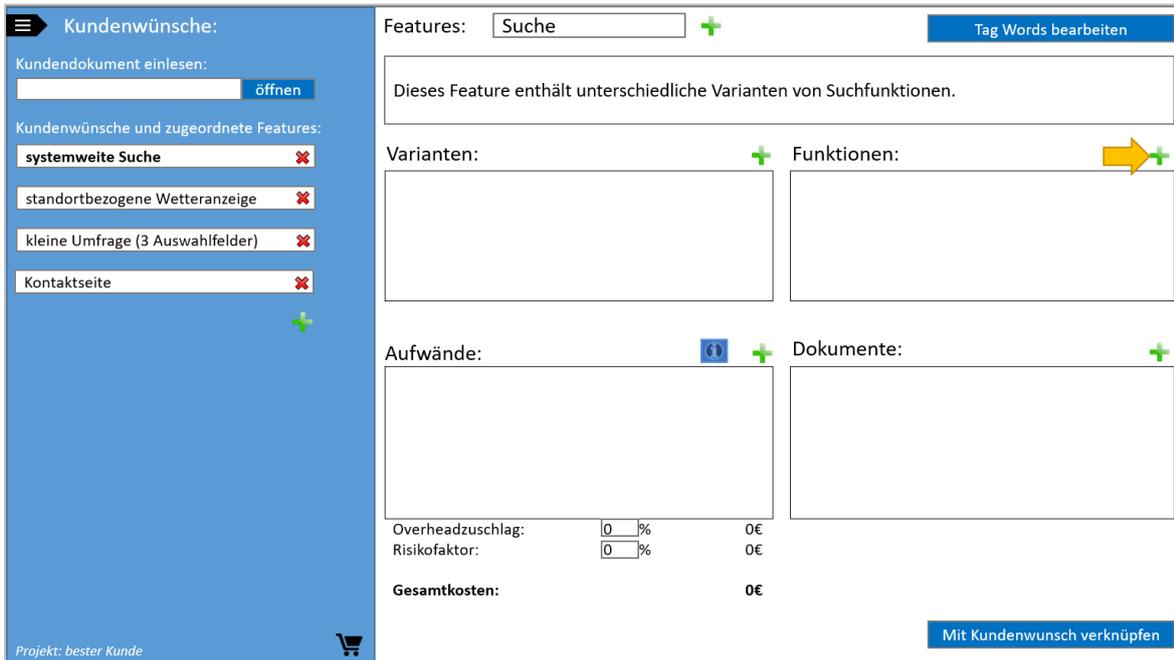


Abbildung 26: Dem Feature "Suche" eine neue Funktion hinzufügen

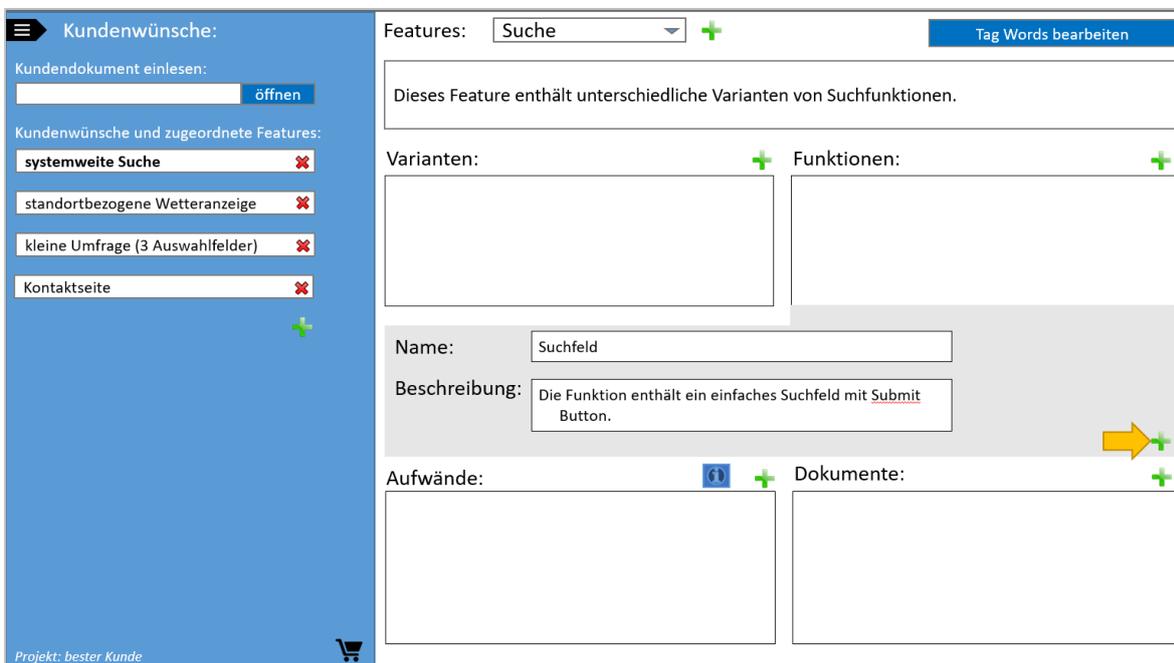


Abbildung 27: Definition Name und Bezeichnung der neuen Funktion ("Suchfeld")

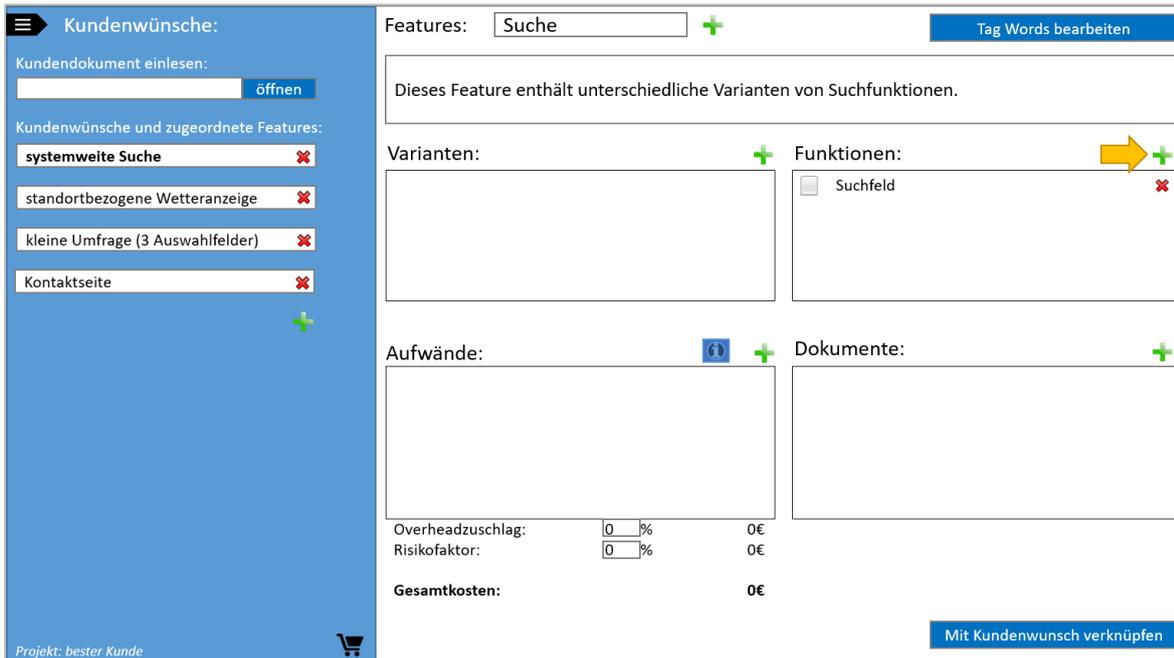


Abbildung 28: Dem Feature "Suche" noch eine weitere Funktion hinzufügen

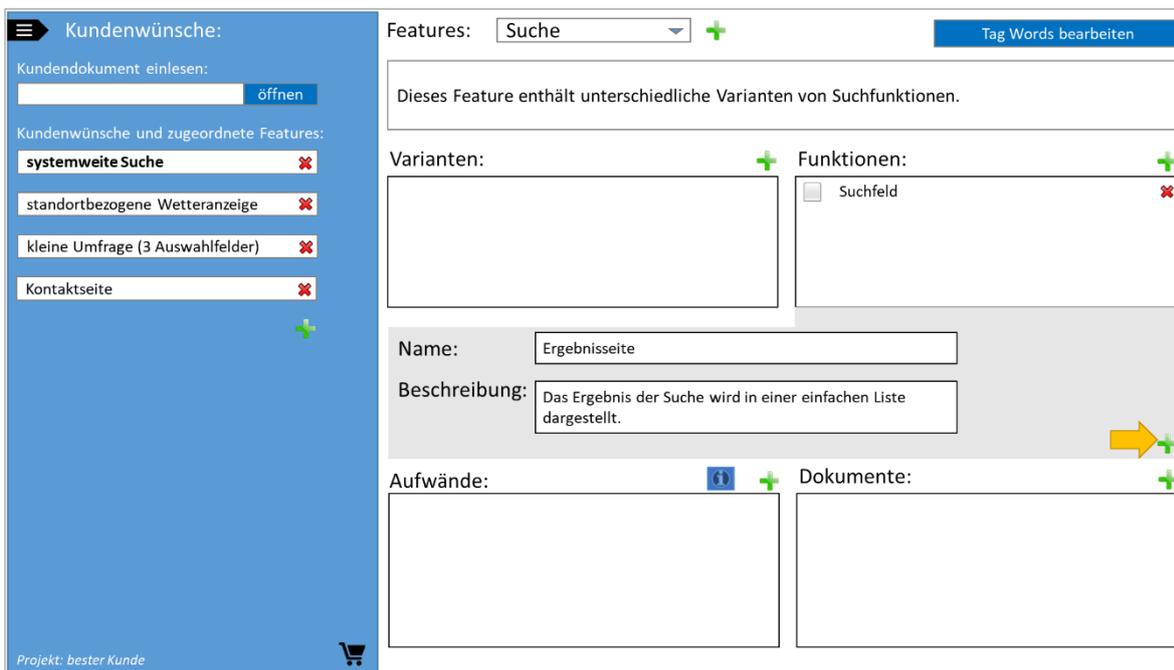


Abbildung 29: Definition Name und Beschreibung der zweiten Funktion ("Ergebnisseite")

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  **öffnen**

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche
- standortbezogene Wetteranzeige
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder)
- Kontaktseite

**Features:** Suche  Tag Words bearbeiten

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:**

**Funktionen:**

- Suchfeld
- Ergebnisseite

**Aufwände:**

**Dokumente:**

Overheadzuschlag:  % 0€

Risikofaktor:  % 0€

**Gesamtkosten:** 0€

Projekt: *bester Kunde*

Abbildung 30: Der Funktion "Suchfeld" Dokumente aus früheren Projekten zuordnen

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  **öffnen**

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche
- standortbezogene Wetteranzeige
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder)
- Kontaktseite

**Features:** Suche  Tag Words bearbeiten

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:**

**Funktionen:**

- Suchfeld
- Ergebnisseite

**Pfad:**

**Beschreibung:**

**Aufwände:**

Projekt: *bester Kunde*

Abbildung 31: Definition des Pfades und Beschreibung des Dokumentes "Mockupsuche.ppt"

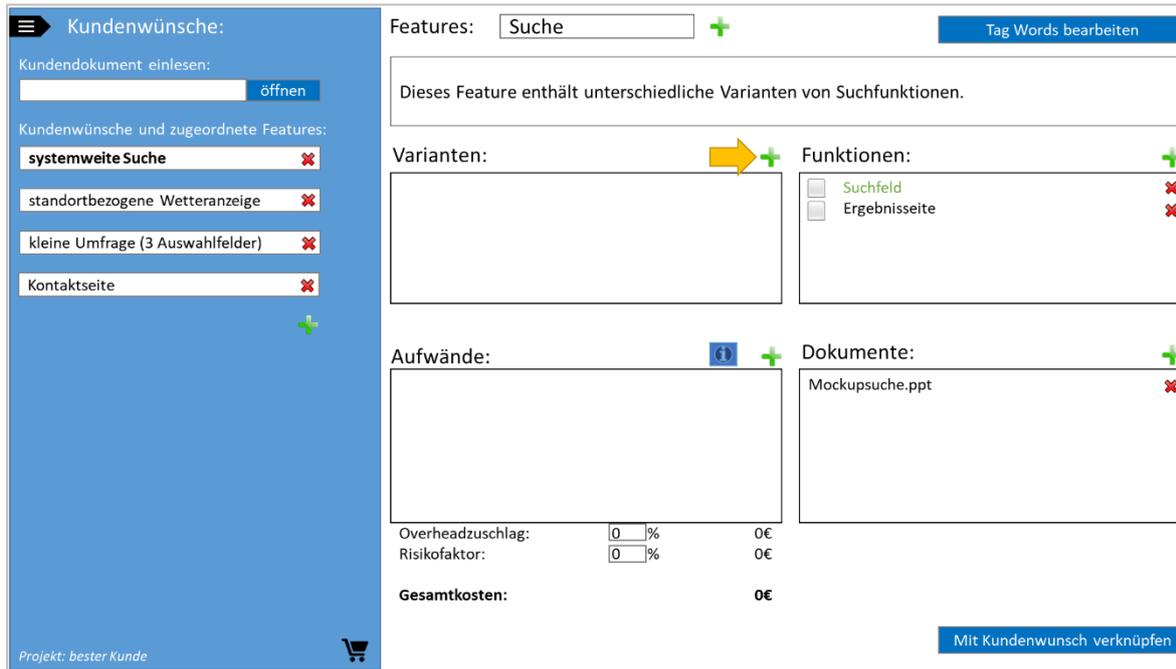


Abbildung 32: Eine neue Variante für das Feature "Suche" anlegen

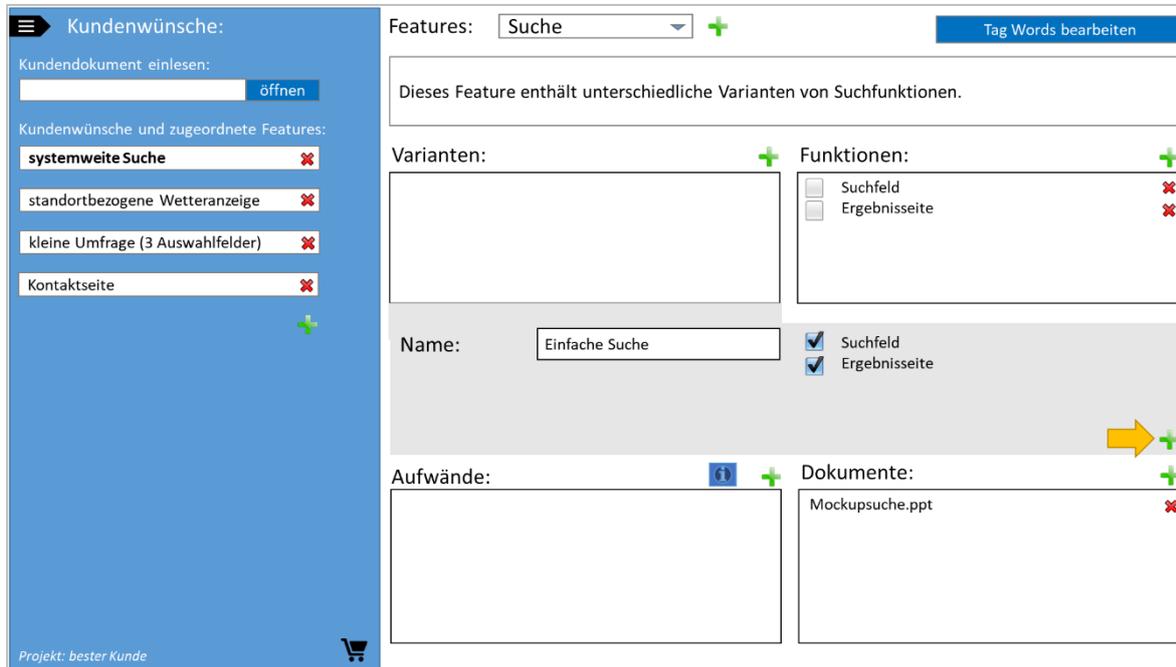


Abbildung 33: Definition Name und Auswahl zugehöriger Funktionen zu neuer Variante "Einfache Suche"

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  [öffnen](#)

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche ✖
- standortbezogene Wetteranzeige ✖
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder) ✖
- Kontaktseite ✖

Projekt: *bester Kunde*

**Features:** Suche + [Tag Words bearbeiten](#)

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:** +

Einfache Suche ✖

**Funktionen:** +

- Suchfeld ✖
- Ergebnisseite ✖

**Aufwände:** +

Overheadzuschlag:  % 0€

Risikofaktor:  % 0€

**Gesamtkosten:** 0€

[Mit Kundenwunsch verknüpfen](#)

Abbildung 34: Der neuen Variante „Einfache Suche“ Aufwände zuweisen

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  [öffnen](#)

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche ✖
- standortbezogene Wetteranzeige ✖
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder) ✖
- Kontaktseite ✖

Projekt: *bester Kunde*

**Features:** Suche + [Tag Words bearbeiten](#)

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:** +

Einfache Suche ✖

**Funktionen:** +

- Suchfeld ✖
- Ergebnisseite ✖

**Aufwände (Einfache Suche):** +

Design	2	2Std 170€ ✖
Entwicklung	1	1Std 100€ ✖

Overheadzuschlag:  % 0€

Risikofaktor:  % 0€

**Gesamtkosten:** 3Std 270€

[Mit Kundenwunsch verknüpfen](#)

Abbildung 35: Definition Aufwände für "Einfache Suche" und diese "Mit Kundenwunsch verknüpfen"

**Kundenwünsche:**

Kundendokument einlesen:  [öffnen](#)

Kundenwünsche und zugeordnete Features:

- systemweite Suche
- Einfache Suche
- standortbezogene Wetteranzeige
- kleine Umfrage (3 Auswahlfelder)
- Kontaktseite

**Features:** Suche  [+](#) [Tag Words bearbeiten](#)

Dieses Feature enthält unterschiedliche Varianten von Suchfunktionen.

**Varianten:**  Einfache Suche

**Funktionen:**  Suchfeld  Ergebnisseite

**Aufwände (Einfache Suche):**

Design	2	2Std 170€	<input checked="" type="checkbox"/>
Entwicklung	1	1Std 100€	<input checked="" type="checkbox"/>

Overheadzuschlag:  % 0€  
 Risikofaktor:  % 0€

**Gesamtkosten:** 3Std 270€

**Dokumente:**  Mockupsuche.ppt

[Mit Kundenwunsch verknüpfen](#)

Projekt: bester Kunde

Abbildung 36: Variante "Einfache Suche" wurde mit Kundenwunsch verknüpft

## B.2) Designvariante #2

In der zweiten Designvariante des Prototyps wurde das Interaktionskonzept dahingehend angepasst, dass sich das User Interface während der Workflows dynamisch von links nach rechts erweitert, wodurch der Benutzer Schritt für Schritt durch den Workflow geführt wurde. Zudem wurde auch das Visualisierungskonzept angepasst. Abbildung 37 bis Abbildung 42 illustrieren diese zweite Variante anhand beispielhafter Screens.

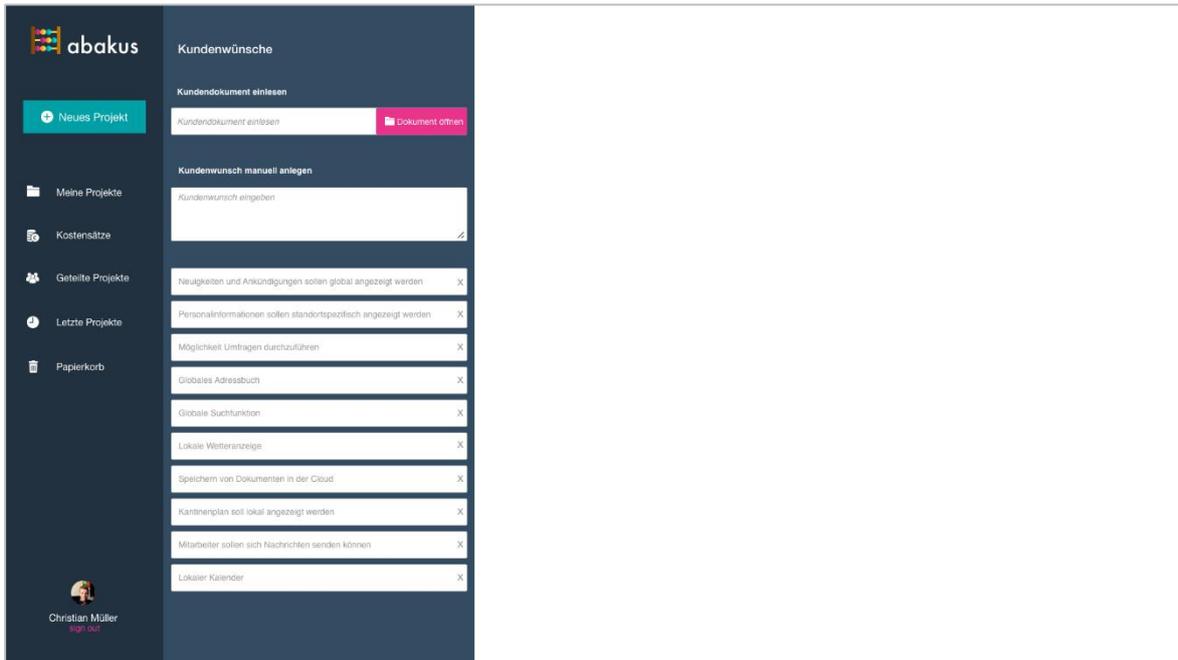


Abbildung 37: Übersicht der angelegten projektspezifischen Kundenwünsche

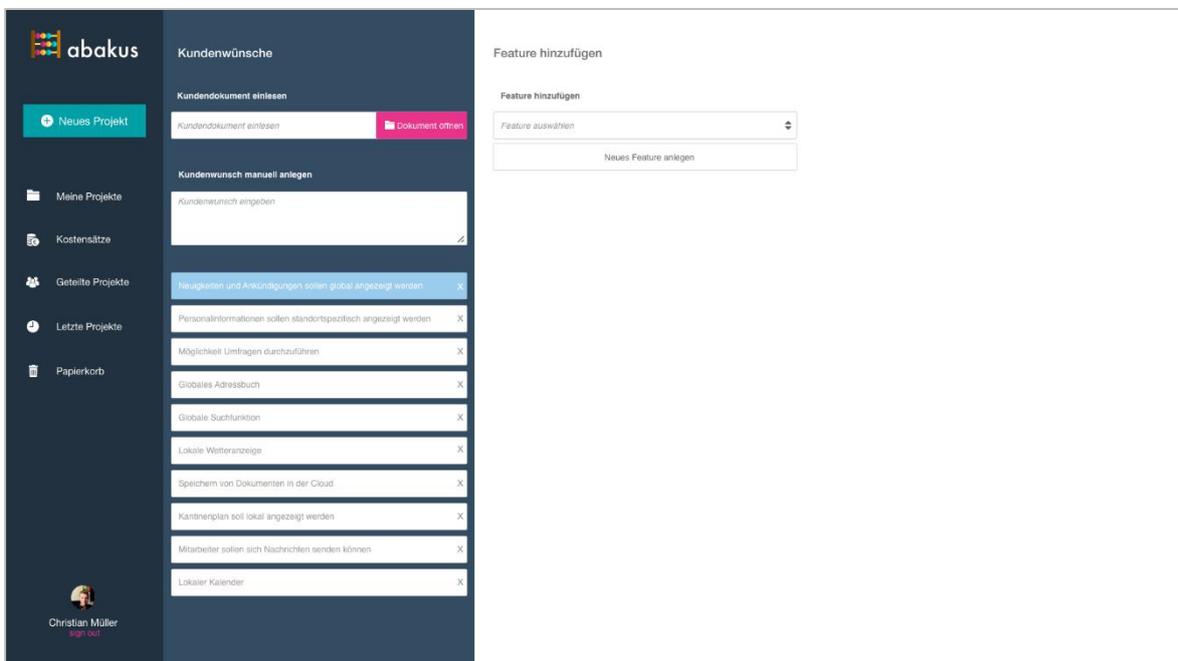


Abbildung 38: Einem ausgewählten Kundenwunsch ein Feature hinzufügen

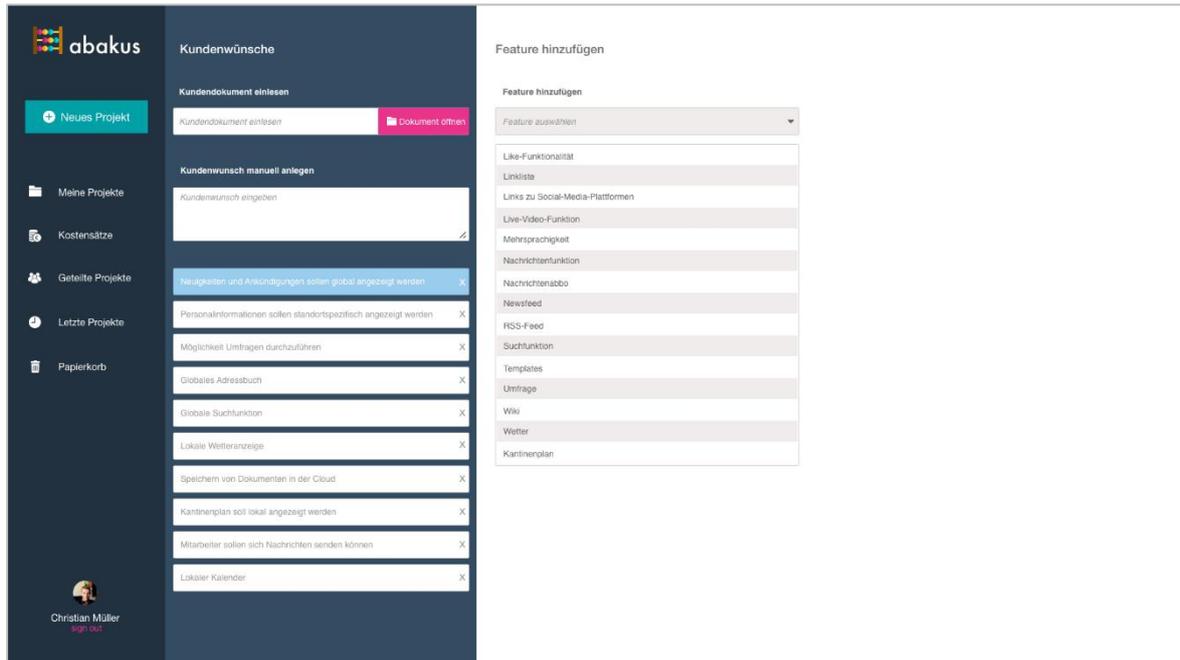


Abbildung 39: Ein passendes Feature aus Liste auswählen

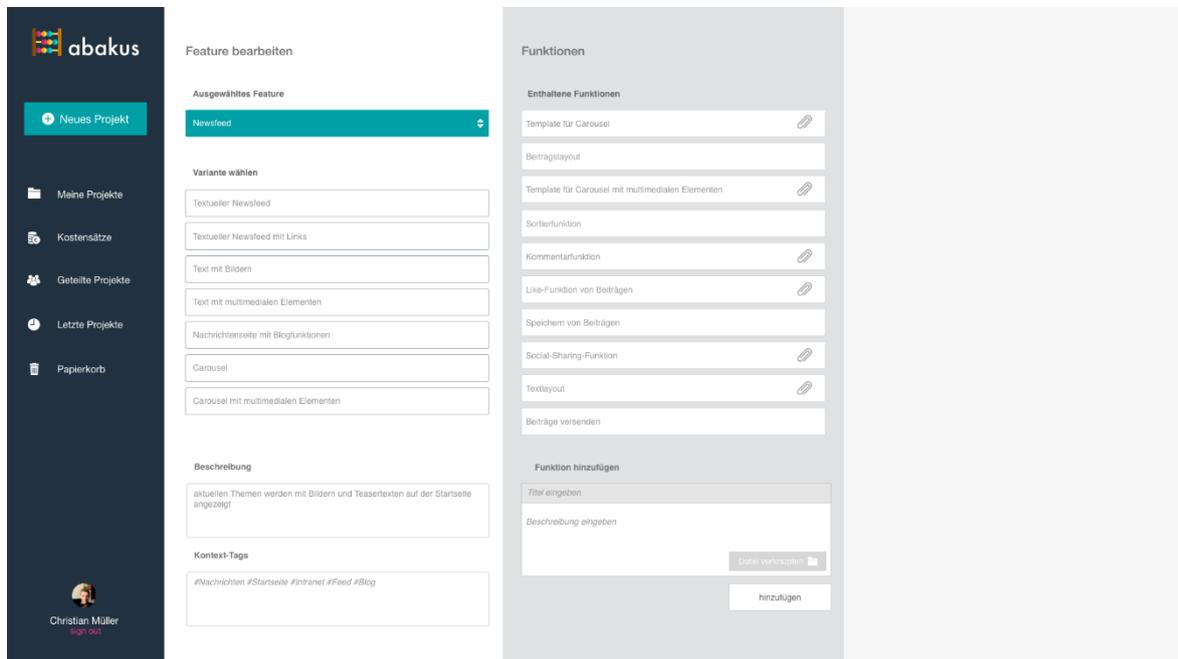


Abbildung 40: Bereits existierende Varianten und Funktionen für ein ausgewähltes Feature ("Newsfeed") anzeigen

**Feature bearbeiten**

**Ausgewähltes Feature**  
Newstfeed

**Variante wählen**

- Textueller Newstfeed
- Textueller Newstfeed mit Links
- Text mit Bildern
- Text mit multimedialen Elementen
- Nachrichtenseite mit Blogfunktionen
- Carousel
- Carousel mit multimedialen Elementen

**Beschreibung**  
Beschreibung eingeben

**Kontext-Tage**  
Schlagworte eingeben

**Funktionen**

**Enthaltene Funktionen**

- Template für Carousel
- Beitragslayout
- Template für Carousel mit multimedialen Elementen
- Sortierfunktion
- Kommentarfunktion
- Like-Funktion von Beiträgen
- Speichern von Beiträgen
- Social-Sharing-Funktion
- Textlayout
- Beiträge versenden

**Funktion hinzufügen**

Titel eingeben  
Beschreibung eingeben  
Datei verknüpfen  
hinzufügen

**Tätigkeiten**

**Durchzuführende Tätigkeiten**

Initiales Design erstellen	15 PT	24.000€
Kommentarfunktion implementieren	12 PT	12.000€
Einbindung von Social-Media-Plattformen	10 PT	16.000€
Entwicklung Social-Sharing-Funktionalität	15 PT	24.000€
Templates für Beiträge gestalten	12 PT	12.000€
Blog an Sharepoint anbinden	10 PT	16.000€
<b>Summe</b>		<b>104.000€</b>

**Tätigkeit hinzufügen**

Name  
Kostensatz auswählen Menge  
hinzufügen  
mit Kundenwunsch verknüpfen

Abbildung 41: Passende Variante und zugehörige Funktionen für aktuellen Kundenwunsch auswählen und entsprechende Tätigkeiten (Aufwände) anzeigen

**Kundenwünsche**

**Kundendokument einlesen**  
Kundendokument einlesen Dokument öffnen

**Kundenwunsch manuell anlegen**  
Kundenwunsch eingeben

**Neuigkeiten und Ankündigungen sollen global angezeigt werden** X

**Nachrichtenseite mit Blogfunktionen** X

**Personalinformationen sollen standortspezifisch angezeigt werden** X

**Möglichkeit Umfragen durchzuführen** X

**Globales Adressbuch** X

**Globale Suchfunktion** X

**Lokale Wetteranzeige** X

**Speichern von Dokumenten in der Cloud** X

**Kamplentplan soll lokal angezeigt werden** X

**Mitarbeiter sollen sich Nachrichten senden können** X

**Lokaler Kalender** X

**Übersicht**

Kunde: Volkswagen Projektnummer: 47112/07 Projekt: Intranet: Information Architecture & Design

**Leistungen**

Feature	Variante	kalk. Aufwand	tats. Aufwand	Kosten	opt.
Newstfeed	Nachrichtenseite mit Blogfunktionen	64 PT	64 PT	104.000€	
Projektmanagement	wöchentlich	2 PT	2 PT	1.000€	
Lizenzgebühren	floating	—	—	3.000€	
<b>Summe</b>		<b>66 PT</b>	<b>66 PT</b>	<b>108.000€</b>	

Abbildung 42: Ausgewählte Variante und Funktionen mit Kundenwunsch verknüpfen und Kalkulation anzeigen

### **C) Schritt 3: Exploration der Prototypen durch Anwendungspartner**

Zielsetzung dieses Schrittes in der Konzeption des Visualisierungs- und Interaktionsdesigns war es, den Anwendungspartnern die Möglichkeit zu geben, die Prototypen zu explorieren um dadurch das Interaktions- / Visualisierungskonzept sowie auch den zugrundeliegenden Workflow zu evaluieren. Dadurch sollte erreicht werden, dass der auf dem Interaktions- und Visualisierungskonzept aufbauende Demonstrator den Anforderungen und Bedürfnissen der Anwendungspartner gerecht wird.

Im Rahmen eines Workshops konnten die Anwendungspartner einen interaktiven Prototyp (basierend auf Designvariante #2) aktiv nutzen und vorgegebene Aufgaben mit Hilfe des Prototyps durchführen. Zu den Aufgaben gehörten:

- Projekt anlegen
- Erfassung exemplarischer Kundenwünsche
- Auswahl und Definition eines zugehörigen Features
- Warenkorb
- Kalkulationen anpassen
- Neues Feature anlegen
- Neue Funktionen anlegen

Anschließend wurde erstes Feedback sowie Verbesserungswünsche diskutiert und konsolidiert. Dabei wurden in erster Linie die folgenden Punkte diskutiert:

- Verständlichkeit der Vorgehensweise / Informationsdarstellung
- Generelle Bewertung des Konzepts / Workflows
- Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten

Auch im Nachgang an den Workshop konnten die Anwendungspartner den Prototypen weiter erproben und weitere Wünsche / Features in einem eigens dafür vorgesehenen Formular dokumentieren. Diese Liste wurde nach Abschluss der Explorationsphase von den beiden Forschungspartnern konsolidiert und priorisiert.

#### D) Schritt 4: Erstellung finales Interaktions- und Visualisierungskonzept als Grundlage für die Realisierung

Basierend auf dem Feedback der Anwendungspartner aus der oben beschriebenen Explorationsphase wurde ein finales Interaktions- und Visualisierungsdesign erarbeitet, welches schließlich als Grundlage für die Realisierung des Demonstrators (siehe Kapitel 1.6) diene.

In dieser finalen Variante wurde das Design insbesondere auch im Hinblick auf Funktionalitäten **zur Berücksichtigung von Nichtfunktionalen Anforderungen** (NFA) im Rahmen der Projektkalkulation erweitert. Zur Unterstützung dieses Aspektes wurde von den beiden Forschungspartnern ein Fragebogen aufgesetzt, um aus Sicht der Anwendungspartner Daten zu folgenden Themen zu erheben:

- aktuelle Vorgehensweisen und Herausforderungen im Rahmen der Erhebung und Dokumentation von NFA,
- die Rolle von NFA im Rahmen der Aufwandsschätzung und bei Verhandlungsgesprächen mit den Kunden,
- Wünsche zur Betrachtung der NFA im Rahmen der werkzeuggestützten Methode sowie
- die Relevanz typischer Qualitätsattribute wie Effizienz, Gebrauchstauglichkeit, Wartbarkeit, Sicherheit etc. einschließlich ihrer Unterattribute für die Abbildung in der werkzeuggestützten Methode

Die Analyse der Daten brachte folgende Kernergebnisse hervor:

- NFA werden eher selten konkret erhoben. Vielmehr ergeben sich viele NFA aus dem Projektkontext bzw. werden durch Standardprodukte und deren Features bestimmt.
- NFA werden vom Kunden häufig nicht als Kundenwunsch formuliert, sondern implizit vorausgesetzt.
- Um den Projekterfolg zu gewährleisten, müssen die Kundenwünsche typischerweise um wichtige NFA ergänzt werden und deren Realisierungsaufwände mit in die Aufwandsschätzung einfließen.
- Nicht alle relevanten NFA sind zum Zeitpunkt der Aufwandsschätzung bekannt.
- Wenn NFA nicht abgefragt werden können, müssen bestimmte Rahmenbedingungen für das Projekt angenommen werden.
- Als besondere Herausforderung für KMU gelten die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses mit dem Kunden im Hinblick auf NFA, eine möglichst genaue Aufwandsschätzung für die Umsetzung der NFA sowie das Beziffern bzw. die Messbarkeit von Performanzanforderungen

Der finalen Integration von NFA in den Workflow bzw. in das finale Interaktionsdesign liegen zwei Prinzipien zugrunde: (1) NFA werden typischerweise operationalisiert, d. h. nichtfunktionale Besonderheiten einer Variante werden durch Funktionen oder zusätzliche Tätigkeiten konkretisiert. Eine Sicherheitsanforderung könnte so zu den zusätzlichen Funktionen Zugriffsrechteverwaltung und Login-Maske führen. Die Forderung nach einer hohen Usability zu der Spezifikation zusätzlicher Tätigkeiten wie Erstellung eines Styleguides, Anfertigung eines UX-Konzepts oder Durchführung eines UX-Tests. (2) Projekte bzw. Varianten können hinsichtlich ihrer nichtfunktionalen Besonderheiten mit entsprechenden Kontext-Tags (z. B. erhöhte Sicherheitsanforderungen) versehen werden, so dass diese im Rahmen der Aufwandsschätzung beispielsweise in Form von Risikofaktoren mit einberechnet werden können.

## 1.6. Werkzeug-Demonstrator

Ziel in AP3 war die prototypische Entwicklung des Abakus-Werkzeuges, welches die Partner bei der Generierung von möglichst präzisen Kalkulationen auf Basis von historischen Projektdaten unterstützt. Um dies zu ermöglichen, wurden die Dokumentation zum EMS Datenmodell, die Methode zum Retrieval von Anforderungen, die Schätzmethode sowie das Visualisierungskonzept und der Abakus-Workflow analysiert und die notwendigen Anforderungen für das Werkzeug abgeleitet.

Um den KMU Partnern schnellstmöglich Ergebnisse präsentieren zu können, wurde das Werkzeug als Webanwendung umgesetzt. Im Gegensatz zu einer reinen Desktopanwendung bietet eine Webanwendung den Vorteil, dass die KMU Partner über einen Browser direkt auf das Werkzeug zugreifen können. Ein Austausch von Installationsdateien zwischen den Beteiligten erübrigte sich durch diese Vorgehensweise. Um das Werkzeug den KMU Partnern zur Verfügung zu stellen, wurde von der Universität Trier ein Server bereitgestellt.

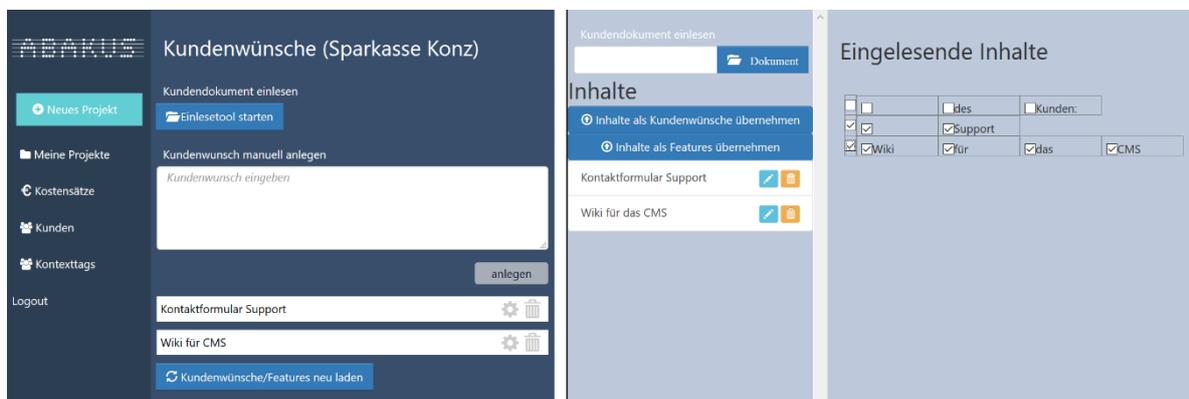
Für die Entwicklung des Werkzeuges wurde das in php entwickelte Framework *CodeIgniter* verwendet. Dieses implementiert die MVC-Methode, welche eine klare Trennung von Datenmodell und Datenpräsentation vorschreibt. Diese Trennung bot für die Entwicklung des Demonstrators den Vorteil, dass das Einpflegen von Änderungen grundlegend erleichtert wurde.

Als Basis für die Speicherung von historischen Daten wurde das EMS-Datenmodell genutzt. Aus diesem wurde ein SQL-Skript erstellt und in eine MySQL-Datenbank übertragen. Diese Datenbank dient als persistenter Datenspeicher für das Werkzeug.

Für die Umsetzung der grafischen Benutzeroberfläche (Präsentation) dienten die Mock-Ups als Basis. Die Realisierung der Benutzeroberfläche erfolgte mit Hilfe des Frameworks *Bootstrap*. Dieses bietet bereits vorkonfigurierte Designs für HTML-Elemente. Des Weiteren liefert Bootstrap durch seine Struktur ein so genanntes Responsives Design „out of the box“, das sich flexibel an unterschiedliche Bildschirmauflösungen anpassen lässt (Desktop, Tablet und Smartphones). Während ein Design für mobile Endgeräte eher eine untergeordnete Rolle im Demonstrator spielt, wurde jedoch durch die Struktur von Bootstrap die Implementierung der Benutzeroberfläche beschleunigt. Die Implementierung der Benutzeroberfläche erfolgte zusammen mit dem Fraunhofer IESE.

Der Workflow durch das Werkzeug orientiert sich am ABAKUS Workflow. Dieser sieht vor, dass die Wünsche des Kunden im Werkzeug entweder manuell oder semiautomatisch über den Adapter erfasst werden.

Um einen semiautomatischen Import von Kundenwünschen zu realisieren, erfolgte eine enge Zusammenarbeit dem KMU Partner OSSENO. Von diesem wurde ein Adapter bereitgestellt, welcher es dem Benutzer ermöglicht, Dokumente einzulesen und Kundenwünsche zu definieren. Um die Verbindung zwischen Adapter und Werkzeug herzustellen, wurde eine REST-Schnittstelle definiert. Diese ermöglicht es, die Funktionalitäten des Adapters in den Demonstrator zu integrieren, ohne dabei den Workflow zu unterbrechen.



**Abbildung 43: Kundenwünsche und Adapter**

Die obige Abbildung zeigt auf der rechten Seite die Arbeitsoberfläche des Adapters. In dieser können aus einem eingelesenen Dokument über die Checkboxes Kundenwünsche extrahiert werden. Nach dem Import in das Werkzeug werden die Kundenwünsche auf der linken Seite dargestellt.

Nach der Erfassung der Kundenwünsche kann, an Anlehnung an den Abakus-Workflow, Features ausgewählt oder neu erfasst werden. Diese sind dabei nicht nur für das aktuelle Projekt, sondern projektübergreifend verfügbar. Bereits erfasste Features werden im Abakus-Werkzeug in einer Liste dargestellt.

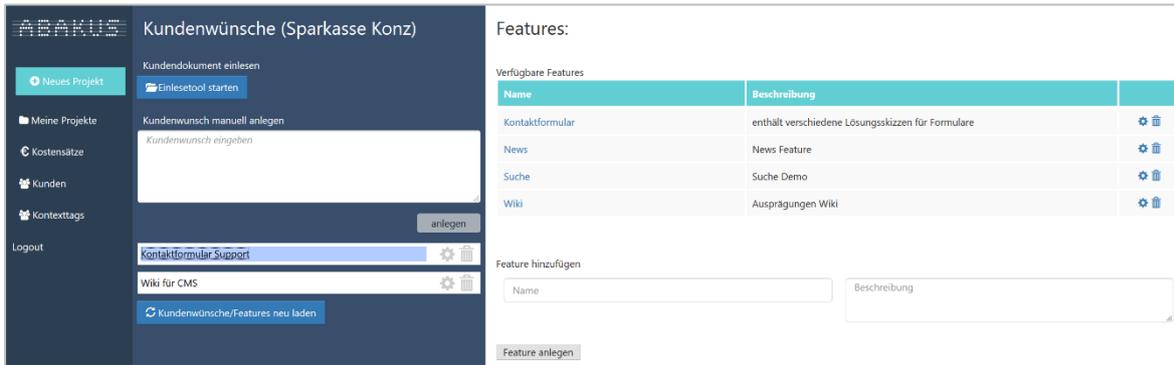


Abbildung 44: Featureliste

Nach der Auswahl oder Neuanlegen eines Feature, können die Inhalte im Demonstrator konfiguriert werden. Hierfür wurde eine dreiteilige Maske entworfen, die es ermöglicht, alle Konfigurationen vorzunehmen. Um dem Konzept zur Strukturierung von Inhalten im EMS Rechnung zu tragen, können im Demonstrator zu jedem Feature Funktionen erfasst werden, denen Dokumente mit einer semantischen Beschreibung zugeordnet werden. Die folgende Abbildung zeigt dies am Beispiel der Funktion *Bestätigungsmail*.

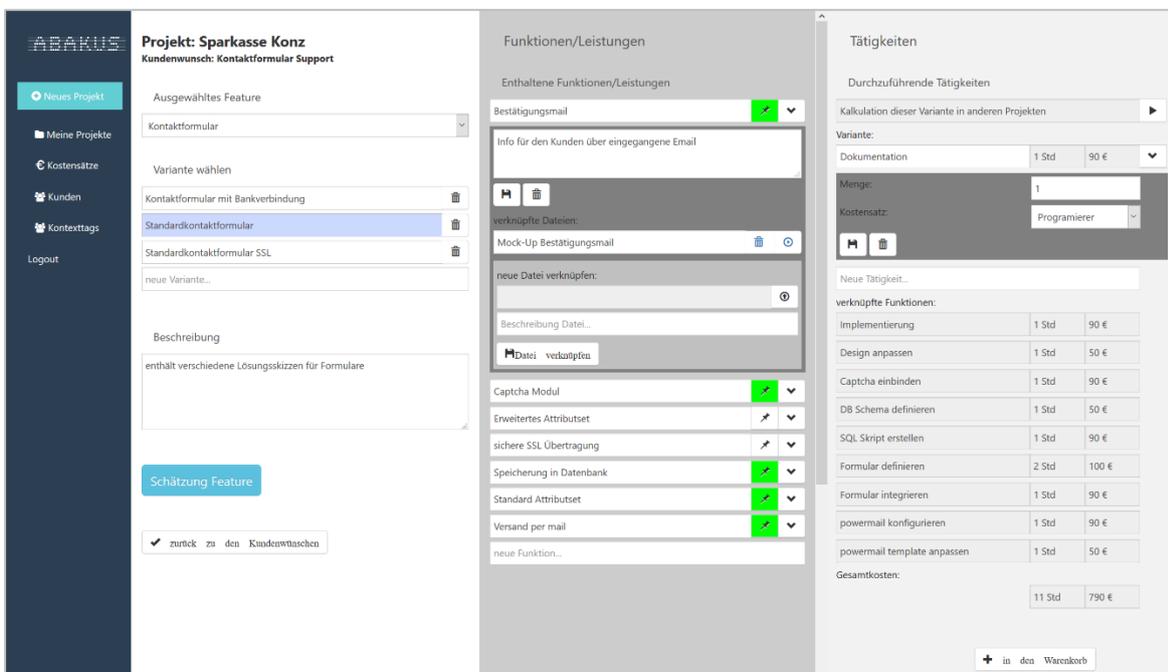


Abbildung 45: Detailansicht Feature

Weiterhin bietet der Demonstrator die Möglichkeit, Funktionen zu Lösungsvarianten zuzuordnen. Die obige Abbildung zeigt dies beispielhaft an der Variante *Standardkontaktformular*. Die verknüpften Funktionen werden dem Benutzer durch einen grünen Pin visuell angezeigt. Dadurch wird eine schnelle Übersicht über die Varianten und ihre verknüpften Funktionen gewährleistet.

Die Kalkulation von Funktionen und Lösungsvarianten erfolgt über Tätigkeiten, die den Arbeitsaufwand zur Realisierung der Funktion oder Lösungsvariante beschreiben. Dieser können neben einer Beschreibung ein Kostensatz sowie die Menge zugeordnet werden. Dies wird in der obigen Abbildung am Beispiel *Dokumentation* demonstriert.

Die Struktur eines Kostensatzes wurde auf Basis des Abakus-Kalkulationsschemas implementiert.

Bezeichnung	Zeit/Einheit	Zeitdimension	Kosten/Einheit	
Designer	1	Stunde	50 €	 
Programmierer	1	Stunde	90 €	 

**Abbildung 46: Kostensätze**

Kostensätze werden projektübergreifend im Abakus-Werkzeug definiert und stehen somit bei jedem Projekt zur Verfügung.

Wurden Funktionen mit Tätigkeiten angereichert, werden diese automatisch bei der Verknüpfung mit einer Variante übernommen und dem Benutzer dargestellt. Diese Visualisierung trägt einer schnellen Orientierung des Benutzers Rechnung.

Nachdem eine entsprechende Lösungsvariante eines Feature konfiguriert und kalkuliert wurde, kann diese über den Button *in den Warenkorb* mit dem Kundenwunsch verknüpft werden. Nach der Verknüpfung wechselt das Werkzeug automatisch zur Kundenwunsch-Maske und bietet so die Möglichkeit, weitere Kundenwünsche zu bearbeiten. Ebenso erfolgt eine visuelle Darstellung der Verknüpfung zwischen Kundenwunsch und ausgewählter Variante.



**Abbildung 47: Kundenwunsch mit verknüpfter Variante**

Die zuvor beschriebene Vorgehensweise wird solange wiederholt, bis alle Kundenwünsche mit entsprechenden Varianten verknüpft wurden. Nachdem alle Kundenwünsche bedient worden sind, werden diese im Werkzeug in der Projektübersicht im Warenkorb (Leistungen) tabellarisch angezeigt.

Feature	Variante	kalk. Aufwand	tats. Aufwand	Begründung Delta	Kosten	Opt.
Kontaktformular	Standardkontaktformular	11 Std			790 €	<input type="checkbox"/> ▼
<b>Variante</b>	<b>Tätigkeit</b>					
	Dokumentation	1 Std	0 Std		90 €	
<b>Funktion</b>	<b>Tätigkeit</b>					
Bestätigungsmail	Implementierung	1 Std	2 Std		90 €	
Bestätigungsmail	Design anpassen	1 Std	0 Std		50 €	
Captcha Modul	Captcha einbinden	1 Std	0 Std		90 €	
Speicherung in Datenbank	DB Schema definieren	1 Std	0 Std		50 €	
Speicherung in Datenbank	SQL Skript erstellen	1 Std	0 Std		90 €	
Standard Attributset	Formular definieren	2 Std	0 Std		100 €	
Standard Attributset	Formular integrieren	1 Std	0 Std		90 €	
Versand per mail	powermail konfigurieren	1 Std	0 Std		90 €	
Versand per mail	powermail template anpassen	1 Std	0 Std		50 €	
<b>Summe</b>		<b>11.00 Std</b>			<b>790.00 €</b>	

**Abbildung 48: Warenkorb**

Die obige Abbildung zeigt den Warenkorb am Beispiel der Variante *Standardkontaktformular*. Über die Drilldown-Funktionalität können die Tätigkeiten angezeigt werden, die für die Umsetzung der Variante erforderlich sind.

Nach Projektabschluss bietet das Werkzeug die Möglichkeit, den tatsächlich benötigten Aufwand zu erfassen sowie eine Begründung für das entstandene Delta anzugeben. Über diese Funktion soll gewährleistet werden, dass über die Zeit die Kalkulation der im Werkzeug gespeicherten Varianten stetig verbessert wird und somit präzisere Kalkulationen bei der Wiederverwendung in folgenden Projekten zur Verfügung stehen.

Um in folgenden Projekten die im EMS gespeicherten Daten nutzen zu können, bietet das Werkzeug dem Benutzer die Möglichkeit, bei der Kalkulation einer Variante deren Kalkulation in vorangegangenen Projekten anzeigen zu lassen.

Sparkasse Merzig Status: beendet				Sparkasse Konz Status: beendet			
Funktion	Tätigkeit			Variante	Tätigkeit		
Bestätigungsmail	Implementierung	1 Std	90 €		Dokumentation	1 Std	90 €
Bestätigungsmail	Design anpassen	1 Std	50 €	<b>Funktion</b>	<b>Tätigkeit</b>		
Captcha Modul	Captcha einbinden	1 Std	90 €	Bestätigungsmail	Implementierung	2 Std	180 €
Speicherung in Datenbank	DB Schema definieren	1 Std	50 €	Bestätigungsmail	Design anpassen	1 Std	50 €
Speicherung in Datenbank	SQL Skript erstellen	2 Std	180 €	Captcha Modul	Captcha einbinden	1 Std	90 €
Versand per mail	powermail konfigurieren	1 Std	90 €	Speicherung in Datenbank	DB Schema definieren	1 Std	50 €
Versand per mail	powermail template anpassen	3 Std	150 €	Speicherung in Datenbank	SQL Skript erstellen	1 Std	90 €
Standard Attributset	Formular definieren	2 Std	100 €	Standard Attributset	Formular definieren	2 Std	100 €
Standard Attributset	Formular integrieren	1 Std	90 €	Standard Attributset	Formular integrieren	1 Std	90 €
Summe		13 Std	890 €	Versand per mail	powermail konfigurieren	1 Std	90 €
+ Tätigkeiten importieren				Versand per mail	powermail template anpassen	1 Std	50 €
				Summe		12 Std	880 €
				+ Tätigkeiten importieren			

**Abbildung 49: Kalkulation einer Variante in vorangegangenen Projekten**

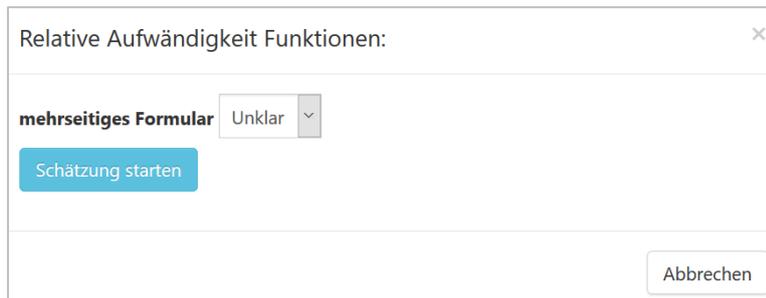
Die Kalkulationen der Variante in vorangegangenen Projekten wurden dem Benutzer nebeneinander tabellarisch dargestellt. Dadurch soll ein einfacher Vergleich der Kalkulationen gewährleistet werden. Die Übernahme einer passenden Kalkulation kann über einen Funktionsbutton erfolgen.

Neben der oben gezeigten Möglichkeit zur Nutzung historischer Daten, bietet das Werkzeug 3 Funktionen an, um die in der Konzeption definierten Schätzmethode anzuwenden. Diese umfassen die Grobschätzung von Features und Funktionen sowie die Feinschätzung einer Variante.

Bei der Realisierung der Schätzmethode wurde eine REST-Schnittstelle zu einem Server der Fraunhofer IESE spezifiziert. Auf diesem werden die Schätzalgorithmen gehostet.

Die Konzeption der Schätzmethode sieht vor, dass Kontexttags genutzt werden, um ein möglichst präzises Schätzergebnis zu erreichen. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, bietet das Werkzeug die Möglichkeit auf Projektebene sowie auf Variantenebene zu kalkulieren. Ein einzelner Kontexttag besteht hierbei aus einer Beschreibung und optional aus einem Wert. Mit Hilfe des Wertes können über die Kontexttags prozentual Zuschläge oder Rabatte erfasst werden.

Um eine Grobschätzung auf Feature- oder funktionaler Ebene durchzuführen, muss der Benutzer einen relativen Aufwand angeben, um die Schätzung zu starten.



**Abbildung 50: Relativer Aufwand am Beispiel *mehrseitiges Formular***

Danach erfolgt die Übermittlung der Daten an den Server des Fraunhofer IESE, wo Daten verarbeitet und als Schätzergebnis dargestellt werden (vgl. folgende Abbildung 51).

Relative Aufwändigkeit Funktionen:
✕

---

**Geschätzter Aufwand**

- Untere Grenze (66% Intervall) = 11
- Erwarteter Wert (im Mittel) = 13
- Obere Grenze (66% Intervall) = 15

**Wichtige Gründe für Unsicherheit**

Rang	Funktionen	Erw.Aufw.	Unsicherheit
1.	mehrseitiges Formular	2	± 2
2.	Erweitertes Attributset	0	± 1
3.	Versand per mail	3	± 1
4.	Bestätigungsmail	2	± 0
5.	Captcha Modul	1	± 0
6.	sichere SSL Übertragung	0	± 0
7.	Speicherung in Datenbank	2	± 0
8.	Standard Attributset	3	± 0

Wert für Kalkulation:

**Abbildung 51: Ergebnis der Schätzung**

Das Ergebnis zeigt dem Benutzer eine Kalkulationsspanne an, welche eine untere und obere Grenze für den geschätzten Aufwand sowie einen Mittelwert enthält. Des Weiteren enthält das Ergebnis Informationen über die Unsicherheiten, die bei der Schätzung ermittelt wurden.

Bei der Übernahme des Ergebnisses in das Werkzeug wird für die Integration des ermittelten Aufwandes eine Dummy-Variante angelegt und dieser der Aufwand als Tätigkeit hinzugefügt.

Die Feinschätzung im Abakus-Werkzeug bietet dem Benutzer die Möglichkeit, die Kalkulation einer Variante auf Basis historischer Daten weiter zu verfeinern. Hierfür werden alle Varianten des ausgewählten Feature dargestellt.

### Realisierung in anderen Projekten

Realisierungen

Variante   Projekt	Ähnlichkeit	
	Funk.	Kontext
Kontaktformular mit Bankverbindung   Sparkasse KL	0.8	1.0
Standardkontaktformular   Sparkasse Konz	1.0	0.5
Kontaktformular mit Bankverbindung   Sparkasse Merzig	0.8	1.0
Standardkontaktformular   Sparkasse Merzig	1.0	1.0
Standardkontaktformular SSL   Sparkasse Saarburg	1.0	0.5
Standardkontaktformular   Sparkasse SB	1.0	1.0
Standardkontaktformular SSL   Sparkasse SB	1.0	1.0
Kontaktformular mit Bankverbindung   Sparkasse Trier	0.8	1.0

### Tätigkeiten

Durchzuführende Tätigkeiten

Kalkulation dieser Variante in anderen Projekten ▶

Variante:

Neue Tätigkeit...

Gesamtkosten:

0 Std    0 €

[+ in den Warenkorb](#)

Realisierung Variante:

Tätigkeiten Variante:

Tätigkeiten verknüpfte Funktionen:

Implementierung	2 Std	900 €
Design anpassen	1 Std	1100 €
Captcha einbinden	1 Std	900 €
DB Schema definieren	1 Std	1100 €
SQL Skript erstellen	1 Std	900 €
powermail konfigurieren	1 Std	900 €
powermail template anpassen	1 Std	1100 €
SSL Zertifikat registrieren	0 Std	1000 €

**Abbildung 52: Feinschätzung der Variante *Standardkontaktformular***

Weiterhin erfolgt eine Visualisierung der funktionalen sowie kontextbasierten Ähnlichkeit der historischen Varianten im Vergleich zur aktuellen Variante. Die Tätigkeiten, welche in Abbildung 52 in einem blauen Rahmen angezeigt werden, sind einer Funktion in der historischen Variante zugeordnet, die nicht zum Funktionsset der aktuellen Variante gehört.

## 1.7. Evaluation

Das Kapitel gibt einen Überblick über die im Rahmen des Projekts durchgeführte Evaluation des Abakus-Ansatzes und deren Ergebnisse. Im Folgenden werden ausgehend von der Zielstellung der Evaluation die entwickelte Evaluationsstrategie beschrieben sowie der Evaluationsverlauf und die verwendeten Materialien zusammenfassend dargestellt. Abschließend wird auf die Ergebnisse der Abschlussevaluation eingegangen.

### Zielstellung der Evaluation im Abakus-Projekt

Die Zielstellung der im Abakus-Projekt durchgeführten Evaluation lässt sich anhand des GQM-Ziel-Templates (vgl. Van Solingen & Berghout, 1999) strukturiert wie folgt zusammenfassen:

<i>Analysieren</i>	der werkzeuggestützten Abakus-Methode
<i>zum Zwecke</i>	des Verstehens und der Evaluation
<i>in Bezug auf</i>	praktische Anwendbarkeit und Auswirkungen
<i>vom Blickwinkel</i>	der in Abakus beteiligten KMUs
<i>im Kontext</i>	einer realen Angebotserstellung

Hierbei wurde zwischen den beiden Evaluationsobjekten Abakus *Methode* und Abakus *Werkzeug (Prototyp)* differenziert. Einerseits wurde die Qualität der durch die Methode bereitgestellten Informationen und die Qualität der Methode selbst untersucht, andererseits die Qualität der Werkzeugunterstützung. Die Konkretisierung dieser Qualitäten in Konstrukte ist in Abbildung 53 dargestellt. Die Konstrukte (wie beispielsweise Verständlichkeit, Nutzbarkeit oder Vollständigkeit) wurden hierbei mittels erprobter validierter Instrumente mit geschlossenen Fragen operationalisiert. Zusätzlich wurden für Zuverlässigkeit, Effizienz und Effektivität weitergehende quantitative Informationen im Rahmen der Fallstudien gesammelt.

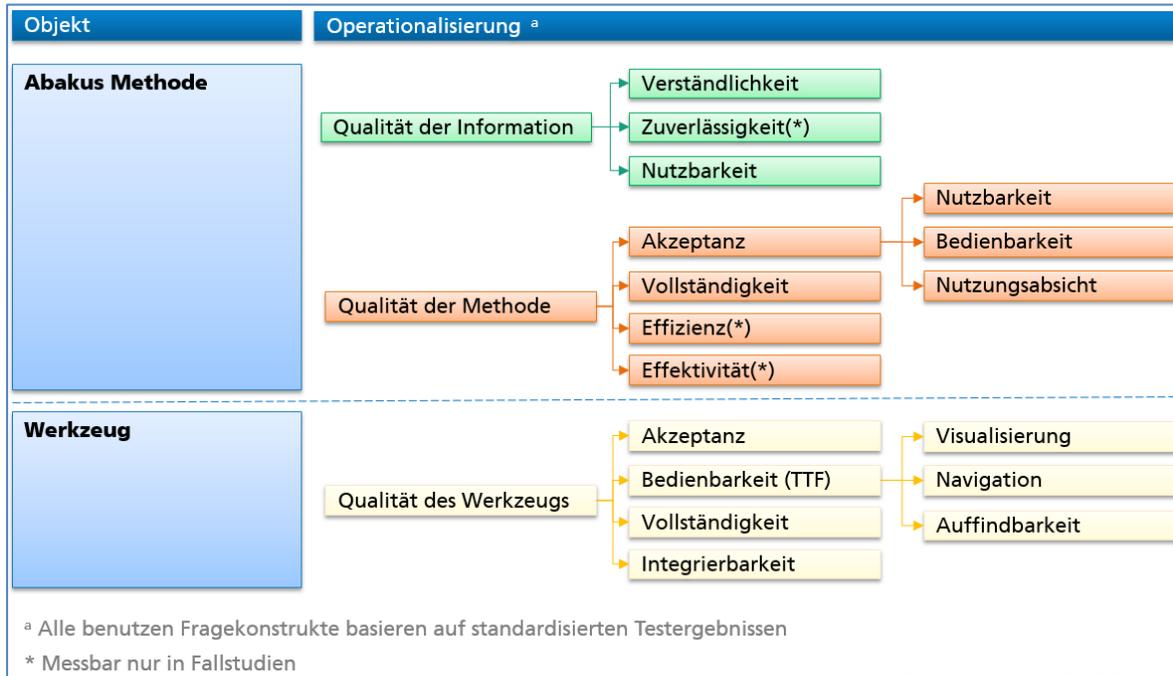


Abbildung 53: Konkretisierung des Gesamtziels der Evaluation in Abakus

### Evaluationsstrategie

Die Evaluationsstrategie im Projekt sah drei Etappen vor, die nachfolgend in ihrem Umfang kurz beschrieben sind:

- 1) **Systematische Feedbackerfassung:** Nach etwa sechs Monaten Projektlaufzeit wurden Mock-ups zur EMS Werkzeugunterstützung den Anwendungspartnern zur Verfügung gestellt und in einem Workshop systematisch Feedback von den einzelnen Partnern eingeholt um ein besseres Verständnis bezüglich der Anforderungen an das EMS zu entwickeln.
- 2) **Zwischenevaluation:** Nach etwa einem Jahr Projektlaufzeit wurden in einer Zwischenevaluation eine erste Version der EMS Werkzeugunterstützung und Mock-ups zur Schätzmethodik anhand der identifizierten Konstrukte durch die Anwendungspartner evaluiert und systematisch Feedback bezüglich Stärken und Schwächen erhoben.
- 3) **Abschlussevaluation:** Gegen Ende der zweijährigen Projektlaufzeit wurden die Schätzmethode sowie die entsprechend Werkzeugunterstützung durch die Anwendungspartner final evaluiert. Zusätzlich wurde ein abschließendes Feedback bezüglich der Stärken und Schwächen des Abakus-Ansatzes erhoben.

## Evaluationsverlauf

Im Folgenden gehen wir detaillierter auf die Abschlussevaluation ein, deren Gesamtverfahren sich in drei Phasen untergliedert: 1) *Evaluationsvorbereitung*, 2) *Evaluationsdurchführung*, 3) *Auswertung und Ergebnisdokumentation*. Alle drei Phasen werden nachfolgend kurz skizziert.

### 1) Evaluationsvorbereitung

Ziel der Abschlussevaluation war die systematische Erfassung von Eindrücken und Feedback hinsichtlich der Abakus-Methode sowie der entwickelten Werkzeugunterstützung mit dem Zweck Informationen zur Identifikation von Verbesserungspotentialen und Aussagen bezüglich der folgenden drei Aspekte zu erhalten:

- **Qualität der Abakus-Methode** (im Hinblick auf Akzeptanz, Vollständigkeit, Effizienz und Effektivität der methodischen Vorgehensweise zur Aufwandsschätzung)
- **Qualität der Informationen** (im Hinblick auf die Verständlichkeit, Zuverlässigkeit und Nutzbarkeit der Zwischen- und Endergebnisse der Methode zur Aufwandsschätzung)
- **Qualität des Werkzeugs** (im Hinblick auf die Akzeptanz, Bedienbarkeit, Vollständigkeit und Integrierbarkeit des Werkzeugs zum Erfahrungsmanagement)

Neben der frühzeitigen Konzeption eines Evaluationsvorgehen wurden hierzu in der Vorbereitungsphase Instrumente zur Erfassung der entsprechenden Konzepte sowie Materialien für die Evaluation erstellt. Dies umfasste insbesondere eine Reihe von Fragebögen und Trainingsmaterial zur werkzeugunterstützten Abakus-Methode.

Zudem wurde der Evaluationsrahmen zwischen dem Fraunhofer IESE als Koordinator und den Anwendungspartner durch Workshops zum geplanten Vorgehen gefolgt von individuellen Telefonkonferenzen abgestimmt. Zweck war insbesondere die Festlegung einer Auswahl repräsentativer Projekte (Art und Mindestanzahl) zur initialen Befüllung des EMS und die Auswahl der an der Evaluation zu beteiligenden Mitarbeiter der jeweiligen KMU.

Anschließend wurden durch alle Anwendungspartner individuelle EMS mit jeweils mindestens fünf repräsentativen, historischen Projekten befüllt. Dabei wurden für jedes Projekt auch die tatsächlichen Aufwände aller Projektbausteine (Feature) erfasst. Zusätzlich wurde für die Durchführung der Abschlussevaluation ein Lastenheft zu einem nicht ins EMS übertragenen historischen oder gerade laufenden Projekts durch jeden Anwendungspartner hinterlegt.

## 2) Evaluationsdurchführung

Die Abschlussevaluation fand im Rahmen eines dezidierten Workshops am Fraunhofer IESE statt. Evaluationsteilnehmer waren jeweils mindestens zwei Mitarbeiter jeder beteiligten KMU. Im Falle der Neuschätzung auf Basis eines Lastenhefts zu einem zuvor schon abgeschlossenen Projekts wurde sichergestellt, dass die Teilnehmer zuvor nicht in die Kalkulation des zu schätzenden Projektes involviert waren. Etwa die Hälfte der Teilnehmer arbeitete im Rahmen der Evaluation zudem zum ersten Mal mit der Abakus Werkzeugunterstützung.

Die Durchführung gliederte sich in die vier Teile *Einführung*, *Training*, *Anwendung* und *Feedback* auf, die nachfolgend eingehender beschrieben werden (Abbildung 54: Bestandteile der Abschlussevaluation).



**Abbildung 54: Bestandteile der Abschlussevaluation**

*Einführung:* Nach einer Einführung zu den Evaluationszielen und der Evaluationsvorgehensweise wurden verbleibende Fragen bezüglich der Evaluation sowie der Protokollierung, Analyse und Veröffentlichung der Ergebnisse geklärt. Die Teilnehmer wurden ferner mittels Fragebogen bezüglich Ihrer Erfahrung in der Aufwandsschätzung befragt und ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an der Studie (‘informed consent’) eingeholt.

*Training:* Alle Teilnehmer erhielten eine Einführung zur Aufwandsschätzung mit der Abakus-Werkzeugunterstützung und wurden abschließend mittels Fragebogen über ihre persönliche Einschätzung des Trainingserfolgs befragt.

*Anwendung:* Nach dem Training wendeten die Teilnehmer die Abakus Werkzeugunterstützung an um eine neue Projektkalkulation basierend auf dem im Rahmen der Evaluationsvorbereitung zur Verfügung gestellten Lastenhefts durchzuführen. Hierbei wurden ihre Arbeiten mittels Bildschirmaufzeichnungen zusätzlich protokolliert.

*Nachbefragung:* Direkt im Anschluss an die Anwendung der Abakus Werkzeugunterstützung wurden die Teilnehmer anhand eines strukturierten Fragebogens über die Qualität der darunterliegenden Methode, der abgeleiteten Informationen und des Werkzeugs befragt. Abschließend nahmen alle Teilnehmer an einem Feedbackworkshop zur Abakus-Methode und zum Werkzeug teil, in dem Verbesserungsvorschläge gemeinsam identifiziert und priorisiert wurden.

### **3) Auswertung und Ergebnisdokumentation**

Im Anschluss an die Evaluationsdurchführung wurden die Antworten und das Feedback der Teilnehmer zur Auswertung digitalisiert bzw. aus der Werkzeugunterstützung extrahiert und bei Bedarf die entsprechenden Bildschirmaufzeichnungen gesichtet. Die Daten wurden anschließend ausgewertet und in Form eines Foliensatzes dokumentiert. Eine initiale Version der Auswertung wurde hierbei im Rahmen einer Telefonkonferenz den teilnehmenden KMU vorgestellt und mit diesen diskutiert sowie die finale Dokumentation der Ergebnisse zum abschließenden Review bereitgestellt.

#### **Verwendete Materialien**

Die folgenden Materialien kamen im Rahmen der Abschlussevaluation zum Einsatz:

- Informationspaket\_zur\_Evaluation
- Fragebogen\_Demographie
- Formblatt\_Informed\_Consent
- Trainingsmaterial\_Abakus\_Werkzeug
- Fragebogen\_Trainingserfolg
- Anwendungspartnerspezifisches\_EMS\_Instance\_mit\_Projektdateien
- Anwendungspartnerspezifisches\_Dokument\_als\_Schätzgrundlage
- Arbeitsplatz\_mit\_Internetzugang\_und\_Bildschirmaufzeichnung
- Fragebogen\_Nachbefragung
- Leitlinien\_und\_Moderationsmaterial\_für\_Feedback\_Workshop

Alle Materialien, die keinen Anwenderbezug aufweisen, sind als Studienpaket verfügbar.

## **Ergebnisse der Abschlussevaluation**

Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Abschlussevaluation dargestellt. Hierbei wird als erstes auf die Basis der Auswertung, die Demographie der Studienteilnehmer sowie die Beurteilung des Trainingserfolgs eingegangen.

Nachfolgend wird auf die Bewertungen der Methode, der durch diese bereitgestellten Informationen, sowie der Werkzeugunterstützung eingegangen. Dann wird das im Workshop erhobene und gruppierte Feedback zusammenfassend vorgestellt.

Zusätzlich wird der von den Studienteilnehmern mittels Abakus geschätzte Aufwand auf Basis des tatsächlichen Aufwands sowohl auf Ebene einzelner Features als auch auf der Projektebene beurteilt. Abschließend werden wichtige, die Validität der Studie limitierende Faktoren vorgestellt und die Ergebnisse zusammengefasst.

## **Datenbasis und Demographie der Teilnehmer**

Grundlage der Auswertung bildeten teilnehmerspezifische Informationen:

- Angaben aus den Fragebögen (Demographie, Trainingserfolg, Nachbefragung)
- Daten in der Werkzeugunterstützung bezüglich Schätzungen
- Bildschirmaufzeichnungen zum Schätzvorgang
- Daten zum tatsächlichen Aufwand des geschätzten Projekts

Zusätzlich gab es das Fotoprotokoll zum gemeinschaftlichen Feedbackworkshop bezüglich Vorteilen und Verbesserungspotential zur werkzeuggestützten Abakus-Methode.

Insgesamt nahmen 9 Mitarbeiter aus 4 unterschiedlichen KMU an der Abschlussevaluation teil (je 2-3 Teilnehmer). Die Teilnehmer hatten mehrheitlich mindestens 10 Jahre Berufserfahrung (Min: 3 Jahre, Max: 20 Jahre, Median: 10 Jahre) und waren als (Projekt-)Manager und/oder Entwickler im jeweiligen Unternehmen tätig. Die Teilnehmer empfanden das Thema Schätzung für ihre Arbeit mehrheitlich als sehr wichtig, ebenso war ihnen eine entsprechende Werkzeugunterstützung wichtig (vgl. Tabelle 4).

Nach dem Training fühlten sich die Teilnehmer in der Mehrheit gut auf die Anwendung der werkzeuggestützten Methode vorbereitet (vgl. Tabelle 4, letzte Zeile).

	N	Min	Max	Median <sup>a</sup>
Wichtigkeit Schätzungen	9	1	3	1
Wichtigkeit Werkzeugunterstützung	9	1	3	2
Training	9	1	3	2

<sup>a</sup> Skala von 1: *trifft vollständig zu* bis 5: *Trifft überhaupt nicht zu*

**Tabelle 4: Demographische Daten und wahrgenommener Trainingserfolg**

### Bewertung der werkzeuggestützten Abakus-Methode

Die Teilnehmer beurteilten die Qualität der Methodik mehrheitlich neutral bis leicht positiv (vgl. Tabelle 5), insbesondere bezüglich der Aspekte Nutzbarkeit und Effektivität.

	N	Min	Max	Median <sup>a</sup>
Nutzbarkeit	9	1	5	2,5
Vollständigkeit	9	2	4	3
Effektivität	8	1,5	3,5	2,5
Effizienz	9	2	4	3

<sup>a</sup> Skala von 1: *trifft vollständig zu* bis 5: *Trifft überhaupt nicht zu*

**Tabelle 5: Wahrgenommene Qualität der Abakus-Methode**

Die Qualität der durch die Methode bereitgestellten Informationen wurde ebenso tendenziell positiv beurteilt (vgl. Tabelle 6). Insbesondere die Nutzbarkeit der Informationen wurde durch alle Teilnehmer durchgehend als positiv bewertet.

	N	Min	Max	Median <sup>a</sup>
Nutzbarkeit	9	1	2	2
Vollständigkeit	9	2	3	3
Verständlichkeit	9	1	4	2
Zuverlässigkeit	9	1,5	4	2,5

<sup>a</sup> Skala von 1: *trifft vollständig zu* bis 5: *Trifft überhaupt nicht zu*

**Tabelle 6: Wahrgenommene Qualität der Informationen**

Die Werkzeugunterstützung wurde vorbehaltlich der Benutzerfreundlichkeit auch tendenziell neutral bis positiv bewertet (vgl. Tabelle 7). Generell neutral wurden hierbei die Aspekte Navigation, Auffindbarkeit und Integration beurteilt, positiv hingegen die Aspekte Nutzbarkeit, Vollständigkeit und die abschließende Frage zur weiteren Nutzungsabsicht.

	N	Min	Max	Median <sup>a</sup>
Nutzbarkeit	9	2	4	2
Vollständigkeit	9	2	4	2
Benutzerfreundlichkeit	9	2	4,5	3,5
Visualisierung	8	2	3	2,5
Navigation	8	1	4	3
Auffindbarkeit	9	2	4	3
Integration	7	2	4	3
Nutzungsabsicht	8	1	4	2

<sup>a</sup> Skala von 1: *trifft vollständig zu* bis 5: *Trifft überhaupt nicht zu*

**Tabelle 7: Wahrgenommene Qualität der Werkzeugunterstützung**

### Qualitatives Feedback zu Vorteilen und Verbesserungspotential

Im gemeinsamen Workshop mit individueller Kartenabfrage und anschließender gemeinsamer Gruppierung wurden insgesamt 11 Gruppen mit Vorteilen und Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert. Die Gruppennamen sind zusammen mit der jeweiligen Anzahl von Karten mit Vorteilen bzw. Verbesserungsmöglichkeiten in Klammern nachfolgend aufgeführt: *Usability* (2/5), *Neue Features* (0/10), *Navigation* (0/6), *Ergebnis der Schätzung* (2/2), *Lernbarkeit* (2/4), *Struktur* (5/0), *Idee* (3/0), *Vorgehensweise bei Schätzung* (4/5), *Datenbasis* (11/1), *Praxistauglichkeit* (0/1), und *Kontext* (2/1).

Die einzelnen Gruppen wurden abschließend durch die Teilnehmer bezüglich der Relevanz des identifizierten Verbesserungspotentials mittels Klebepunkten priorisiert (jeweilige Punktzahl in Klammer): *Neue Features* (13), *Navigation* (11), *Usability* (8), *Vorgehensweise bei Schätzung* (8), *Ergebnis der Schätzung* (2), *Lernbarkeit* (2), *Kontext* (1), *Struktur* (0), *Idee* (0), *Datenbasis* (0) und *Praxistauglichkeit* (0).

### Gegenüberstellung von geschätzten und tatsächlichen Aufwandszahlen

In der Abschlussevaluation haben alle Teilnehmer mittels der Abakus-Methode die für die Umsetzung eines realen Anforderungsdokuments benötigten Features und deren Umsetzungsaufwand geschätzt. Nach der Evaluation wurde durch drei der vier Unternehmen jeweils der für die Umsetzung tatsächlich benötigte Aufwand je Feature bereitgestellt. Die Ergebnisse für die einzelnen Unternehmen sind in Tabelle 8 zu finden. Über die Unternehmen hinweg ergab sich hierbei eine relative Aufwandsabweichung je Feature von zwischen 0% und 1075% mit einem Median von 25% und einem Mittelwert von 68,25%.

Unternehmen	Min	Max	Median	Durchschnitt	Überschätzt	Unterschätzt	Genau richtig
A	<i>(Tatsächliche Werte nicht verfügbar)</i>						
B	0,00%	1075,00%	32,96%	151,65%	8	7	1
C	2,27%	200,00%	25,00%	45,02%	12	8	0
D	0,00%	166,67%	10,00%	28,73%	3	8	11

**Tabelle 8: Aufwand pro Feature – Relativer Schätzfehler**

Bei der Betrachtung des Gesamtaufwands für die Umsetzung der geschätzten Anforderungen relativieren sich die teils starken Abweichungen zwischen geschätztem und tatsächlichem Umsetzungsaufwand der einzelnen Features. Daher ist auch der Schätzfehler bezüglich des Gesamtaufwands im Vergleich wesentlich geringer:

- Minimalerer relativer Schätzfehler: 1,62%
- Maximaler relativer Schätzfehler: 32,06%
- Median der relativen Schätzfehler: 16,00%
- Durchschnittlicher rel. Schätzfehler: 16,27%

In den Ergebnissen sind die Schätzungen von insgesamt 6 Teilnehmern aus drei Unternehmen berücksichtigt. Neben den beiden Teilnehmern aus Unternehmen A, für die keine Vergleichswerte (d.h. tatsächliche Aufwandszahlen) vorlagen, wurde auch ein Teilnehmer aus Unternehmen B exkludiert, der keines der für die Umsetzung relevanten Features identifiziert hatte.

### **Validität der Ergebnisse und Zusammenfassung**

Im Rahmen der Evaluation wurde versucht mögliche Validitätsprobleme durch eine Reihe von Maßnahmen zu minimieren. So wurden ein spezifischer Evaluationsplan sowie Handlungsanweisungen im Voraus ausgearbeitet. Zur Operationalisierung der Evaluationsfragenstellungen wurden existierende Instrumente als Ausgangsgrundlage verwendet, die als zuverlässig und valide gelten. Das Evaluationsdesign umfasste sowohl qualitative als auch quantitative Komponenten und wurde durch weitere Experten mit fundiertem Wissen im Bereich der empirischen Evaluation vorab begutachtet.

Validitätsprobleme können im Rahmen der Untersuchung nicht vollständig ausgeschlossen werden. So fand die Untersuchung in einer künstlichen Umgebung mit einer limitierten Anzahl von Teilnehmern aus dem Projektumfeld statt. Zudem kann ein Bias in den tatsächlichen Aufwandszahlen nicht ausgeschlossen werden, da häufig die Teilnehmer mit den geringsten Schätzfehlern (2/3 Fällen) auch im Nachgang die tatsächlichen Werte bereitgestellt haben. Wir empfehlen daher Replikationen beziehungsweise weitergehende Evaluationen möglichst in einer realen Projektumgebung durchzuführen, um die Aussagekraft der Evaluationsergebnisse zu erhöhen.

Zusammenfassend lässt sich beobachten, dass sich die quantitativen Ergebnisse aus der Befragung weitgehend mit dem qualitativen Feedback der Teilnehmer decken. Die Vorteile

des Ansatzes wurden insbesondere in der zentralen historischen Datenbasis und der Strukturierung der Schätzung gesehen. Zudem gab die Mehrheit der Teilnehmer an, das Werkzeug zukünftig verwenden zu wollen.

Verbesserungspotential wurde insbesondere im Bereich der Usability hinsichtlich der Navigation und Erlernbarkeit gesehen. Auch besteht der Wunsch nach neuen Funktionalitäten wie der Gruppierung, dem Kopieren von bestehenden Elementen sowie der Möglichkeit zur Definition weiterer Maßeinheiten.

### **Separate Evaluation der Impact-Analyse**

Neben dem Kern der Abakus-Methode wurde auch die Impact-Analyse als spezifische Erweiterung für Schätzungen im Kontext einer Produktentwicklung evaluiert. Da dieses Nutzungsszenario nur für ein KMU im Konsortium eine herausragende Relevanz besaß, beschränkte sich die entsprechende Evaluation auf dieses Unternehmen.

In der Evaluation stellte sich die vorgeschlagene Methode als nützlich und effektiv heraus. Die Methode war leicht zu verwenden, verständlich und lieferte für die Schätzung relevante Informationen. Sie führte zudem im Vergleich zu Methoden, die ausschließlich auf Expertenwissen beziehungsweise Daten beruhten, zu genaueren Vorhersagen. Details zum Evaluationsvorgehen und den Ergebnissen sind in einer separaten Publikation zu finden (Binish et al., 2018).

## 2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Gesamtkosten verteilen sich laut Nachkalkulation wie folgt auf die Positionen der zahlenmäßigen Nachweise der Partner:

	ICT	Agentur Barth	HKBS	Insiders	Uni Trier	FhG IESE	OSSENO
Personalkosten	99,6%	99,5%	99,3 %	98,6%	98,7%	99,0%	100%
Reisekosten	0,4%	0,5%	0,6 %	1,4%	1,3%	1,0%	0%
Vorhabenspezifische Anlagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sonstige Vorhabens- kosten	0%	0%	<0,1 %	0%	0%	0%	0%
Tatsächliche Förder- quote laut Nachkalkulation (laut Vorkalkulation)	50% (50%)	50% (50%)	49% (50%)	45,8% (50%)	100% (100%)	98,7% (100%)	60% (60%)

**Tabelle 9: Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

### 3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Es hat sich gezeigt, dass die softwaregestützte Projektkalkulation bei KMU erhebliche Potenziale birgt, um deren Prozesse effizienter zu gestalten und ihnen Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Durch den Wissenstransfer zwischen kleinen und mittelständischen Unternehmen und zwei Forschungspartnern wurden wesentliche Synergien geschaffen und die Projektziele konnten erreicht werden. Nur im Zusammenwirken waren die Konsortialpartner in der Lage, methodische Entwicklungsarbeiten im konkreten Anwendungskontext im ausreichenden Maße zu leisten und weitreichende Vorleistungen zu erbringen, um eine funktionsstüchtige Lösung als Prototyp zu etablieren. Durch die Bearbeitung komplementärer Geschäftsfelder mittels unterschiedlicher Basistechnologien wurde darüber hinaus sichergestellt, dass die Projektergebnisse generalisierbar und auf andere KMU übertragbar sind.

In einer frühen Phase des Abakus-Projekts wurden bei den beteiligten KMU Analysen der Methoden zur Anforderungsermittlung und -dokumentation sowie der verwendeten Schätzmethoden durchgeführt, um daraus Anforderungen an die zu entwickelnde Methode bzw. die angestrebte Werkzeugunterstützung abzuleiten. Dazu wurden existierende Abläufe realer Prozesse bei den Anwendungspartnern aufgenommen und analysiert, um ein detailliertes Verständnis der Vorgänge, Rollen und Werkzeuge gewinnen zu können. Auf dieser Basis entstand ein praxistaugliches Werkzeug für die Kalkulation von Softwareprojekten, welche strukturierte Informationen zu abgeschlossenen Projekten enthält. Die Methode verfügt weiterhin über eine intelligente Assistenz. Diese ist in der Lage, relevante aufwands- sowie komplexitätstreibende Faktoren abzufragen und auszuwerten. Das Ergebnis der Methode ist eine strukturierte, möglichst genaue und nachvollziehbare Kalkulation der Projektaufwände.

Eine solche softwaregestützte Projektkalkulation bietet KMU erstmals die Möglichkeit, schneller und in einer besseren Qualität als bisher, IT-Vorhaben zu planen, zu kalkulieren und rentabel umzusetzen.

Die Arbeiten und Ergebnisse dieses Projektes führten somit zu den folgenden maßgeblichen Verbesserungen:

- *Risikominderung von Fehlkalkulationen*
  - durch die Identifizierung relevanter Kostentreiber
- *Reduzierung von Kalkulationsengpässen der Experten*
  - durch die Speicherung des Expertenwissens in einer Software
- *Feingranulare Kalkulation*
  - durch die Abbildung von Anforderungsartefakten und deren Abhängigkeiten
- *Zeitersparnis bei der Projektkalkulation*
  - durch die Wiederverwendung von bereits kalkulierten Artefakten aus bereits abgeschlossenen Projekten
- *Höhere Angebotsakzeptanz bei Kunden*
  - durch Kostenaufschlüsselung mittels eines Visualisierungskonzepts

Die Bündelung der Kräfte in diesem geförderten Projekt bot den beteiligten Unternehmen sowie den Forschungspartnern die erforderliche Anschubfinanzierung, um eine solch innovative Entwicklungen anzustoßen. Das Projekt Abakus war mit hohen Risiken verbunden und konnte daher nicht alleine durch die beteiligten KMU betrieben werden. Andererseits sind KMU darauf angewiesen, neben unmittelbar wertschöpfenden Innovationen auch Prozessinnovationen für interne Abläufe zu entwickeln, um sich durch ihre Vorgehensweisen gegen den Wettbewerb und insbesondere die Marktführerschaft von Großunternehmen zu behaupten.

Da die Projektergebnisse die Prozesseffizienz grundlegend verbessern, wurde ein wesentlicher Beitrag zur Konkurrenzfähigkeit innovativer deutscher KMU geleistet. Demzufolge ist von einer positiven Auswirkung, bedingt durch wirtschaftliche Erfolge, auf den deutschen Arbeitsmarkt auszugehen.

Durch die Verwendung der entwickelten Methodik können die beteiligten Partner nun interne Ressourcen zielgerichteter einbinden und präzisere Kalkulationen erstellen. Dies bedeutet im Wettbewerb um Auftraggeber einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil. Die Arbeiten und Ergebnisse werden dadurch auch zu einer Steigerung von Absatzchancen für Produkte und Dienstleistungen führen.

#### **4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

Durch die enge Zusammenarbeit der Konsortialpartner wurden grundlegende Ergebnisse zur wirtschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Verwertung erzielt. Nach Abschluss der Evaluation kann festgestellt werden, dass Abakus-Methode und -Werkzeug grundsätzlich gut geeignet sind, um die Kalkulation in Unternehmen der IKT-Branche, insbesondere in KMU, zu verbessern. Insofern wird an dem internen Verwertungsziel festgehalten, die Projektergebnisse im Anschluss an das Vorhaben in den beteiligten Unternehmen einzusetzen, um die Erfahrungen zu vertiefen. Je nach Ausrichtung und Fokus der einzelnen Partner unterscheidet sich hierbei der voraussichtliche Nutzen:

##### **ICT Solutions AG**

ICT wird die softwaregestützte Projektkalkulation unmittelbar im Anschluss an das Projekt zunächst selbst verwerten. Die Methode und das Werkzeug werden bei den verantwortlichen Mitarbeitern bereits zur Projektlaufzeit angewendet, so dass die Ergebnisse ohne weiter gehende Schulungsaufwände sofort im Unternehmen eingesetzt werden können. Ziel ist es, dass ICT damit effizienter im Angebotsprozess und rentabler bei der Projektumsetzung wird. Innerhalb von 12 Monaten soll bereits durch valide Kalkulationen ein Wettbewerbsvorteil gegenüber den Marktteilnehmern erreicht werden, die nach klassischen Methoden vorgehen („Best price“).

Weiterhin sollen Kostentreiber schon im Angebot bzw. vor der Projektinitialisierung transparent werden, um gegenüber potenziellen Auftraggebern Preise und Leistungen besser argumentieren zu können. Die Schätzexperten der ICT können mit der Methode und dem Werkzeug relevante Faktoren der Projektkalkulation strukturiert abfragen und in die Berechnung der Projektkosten aufnehmen – ohne die Kalkulation zu aufwändig werden zu lassen. Darüber hinaus sollen auch Rentabilitätsbewertungen von Projekten nach Abnahme durchgeführt werden. Weiterhin wird ICT sukzessive einen Wissens-Pool nach Projekttypen mit angebots- bzw. kalkulationsrelevanten Informationen aufbauen, der bei neuen Projektanfragen herangezogen werden kann. Bereits innerhalb der ersten 18 Monate wird ICT dadurch weniger Projekte mit negativen Abweichungen zwischen Kalkulation/Angebot und den tatsächlich im Projekt erbrachten Leistungen bzw. Zeitüberschreitungen aufweisen können. Mittelfristiges Ziel (nach 2 Jahren) ist es, keine negativen Projektabweichungen > 25 % nachzuweisen.

Revidiert werden muss das Ziel, Inhalte des EMS in Form eines Wissenspools für bestimmte Softwareprodukte Zug um Zug zu erweitern, um sie als vergütete Dienstleistung für andere KMU zu vermarkten. Das kalkulatorische Wissen ist als geschäftskritische interne Information nur innerhalb des eigenen Unternehmens nutzbar. Dies gilt nicht für die Grundstrukturen und den Aufbau des EMS sowie für die Methodik, diese sind für Projektkalkulationen in andere KMU nutzbar ist. Das Vermarktungspotenzial wird ICT innerhalb 6 Monaten analysieren.

### **HK Business Solutions GmbH**

Der voraussichtliche Nutzen der Abakus-Ergebnisse ergibt sich für die HKBS aus der Vermeidung von Fehlkalkulationen, Einsparungen beim Erstellungsaufwand von Angeboten sowie dem einfacheren Handling bei der Einbindung von Drittanbietern bzw. Drittmodulen. Bei der Schätzung eigener Projektaufträge erwartet die HKBS durch das erworbene Wissen und die Möglichkeit einer geeigneten Werkzeugunterstützung einen strukturierteren, für die Kunden transparenten Angebotsprozess, der zu besser planbaren Projekten, einem höheren Maß an Kundenzufriedenheit und gleichzeitigem Abbau interner Spannungen zwischen Vertrieb, Schätzern und Entwicklern beiträgt. Bereits während des Projekts fand eine Validierung der Ergebnisse statt, so dass diese Maßnahmen in einem Zeithorizont von ca. sechs Monaten realisierbar sind. Auf längere Sicht (nach ca. einem Jahr) geht die HKBS davon aus, dass sehr viel genauere Schätzungen hinsichtlich der Projektkosten und -laufzeiten möglich sind und dass es in Bezug auf sämtliche Projektgrößen und Projektarten bei der HKBS (Standardsoftware oder Individualentwicklung, mit oder ohne Einbindung von externen Dienstleistern) idealerweise keine Kosten- oder Laufzeitabweichungen über 30 % geben wird. Die HKBS plant, die Abakus-Ergebnisse sowohl im internen Gebrauch als auch im Rahmen des externen Dienstleistungsangebots zu verwerten. Durch die in Abakus erworbenen Kenntnisse ist die HKBS in der Lage, ihre Dienstleistungskompetenz gegenüber Partnern und anderen IKT-Anbietern auszubauen und die Qualität der angebotenen Dienstleistungen, z. B. in den Bereichen Softwareentwicklung und Prozessberatung, zu optimieren.

### **OSSENO Software GmbH**

Die OSSENO Software GmbH plant einige Methoden und Funktionalitäten des Demonstrators (insbesondere aus den Bereich der Suche und Wiederverwendung) mittelfristig in abgewandelter Form in das Kernprodukt „ReqSuite®“ zu überführen. Der konkrete Zeitpunkt hängt von der absehbaren Nachfrage der Kunden ab. Ähnlich verhält es sich mit der Schätzmethodik. Diese wird dann verwerten, wenn seitens der Kunden das Thema Kostenschätzung im Umfeld des Anforderungsmanagements zunehmend nachgefragt wird, da dies originär nicht in den Funktionsumfang der Lösung gehört. In jedem Fall wird die OSSENO Software GmbH jedoch ihre generellen Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt in die Weiterentwicklung ihrer Produkte einfließen lassen.

### **Insiders Technologies GmbH**

Die Verwertung der Ergebnisse von Abakus hat bei Insiders bereits begonnen. Insiders konnte durch die in Abakus gewonnenen Erkenntnisse seine Schätzprozesse in der Softwareproduktentwicklung deutlich verbessern. Dies hat sowohl Auswirkung auf die Weiterentwicklung und Wartung der etablierten Softwareprodukte von Insiders, wie z.B. das marktführende Inputmanagementsystem smart FIX, als auch auf die Entwicklung neuer Softwarelösungen, wie z.B. die mobile Applikationen zur modernen Kundenkommunikation. Durch die Impact-Analyse können wesentliche Aufwandstreiber im Software-Quellcode identifiziert werden. Um diese Informationen effizient zu verwerten, werden momentan die Coding-Richtlinien in der Produktentwicklung angepasst. Weiterhin sind zeitnahe Schulungen für die Beratungsmannschaft von Insiders geplant, um erforderlichen Entwicklungsdienstleistungen bei der Einführung von Produkten zu wettbewerbsfähigen Preisen anbieten zu können

Die wissenschaftliche Verwertung der Projektergebnisse wird wie bereits in Gastvorträgen und Veranstaltungen von Insiders mit Studierenden an der Technischen Universität Kaiserslautern sowie der Hochschule Kaiserslautern/Zweibrücken fortgesetzt werden. Aufgrund der auf lange Frist angelegte Kooperation mit dem Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern im Studiengang Sozioinformatik, gestaltet und betreut Insiders das Praktikum „Agile Methoden II“ federführend und nutzt es als Plattform um den Studenten die Projektergebnisse praktisch zu vermitteln.

### **[site]VERTREIBER**

Sitevertreiber wird durch die Abakus Ergebnisse in die Lage versetzt, künftig Unternehmenswissen außerhalb individueller Personen zu erfassen und in der Kalkulation verwertbar zu machen. Mit Abakus besteht zum ersten Mal eine realitätsnahe und handhabbare Möglichkeit, Kalkulationen nicht allein auf Expertenwissen aufzubauen.

[site]VERTREIBER prüft nach Projektende und einer weiteren Testphase weitere Vermarktungschancen in Form eines Kalkulationsportals, in dem TYPO3-Projekte online mit Abakus kalkuliert werden können.

### **Fraunhofer IESE**

Die im Rahmen des Projektes entwickelte Abakus-Methode ergänzt das Portfolio des Fraunhofer IESE zur Aufwands- und Kostenschätzung in Softwareprojekten. Die Abakus-Methode schließt hierbei insbesondere eine Lücke im Bereich der leichtgewichtigen Aufwandschätzung bei kleinen und mittelständischen Unternehmen, denen die Entwicklungen eines spezifischen Kostenschätzmodells mittels der ebenfalls im Portfolio befindlichen CoBRA<sup>®</sup> Methode als zu aufwändig erscheint.

Zudem wurde durch das im Projekt erworbene Wissen über eine für Kostenschätzungen geeignete Modellierung von Anforderungen und deren werkzeugunterstützten Schätzung die Beratungskompetenz des Fraunhofer IESE auch in diesem Bereich weiter gestärkt. Dieser Kompetenzgewinn kommt künftigen Beratungsprojekten insbesondere im KMU-Umfeld zugute (Multiplikator-Effekt).

Die Verbreitung der Abakus Ergebnisse wird durch das Fraunhofer IESE auch nach Projektende durch Publikationen in wissenschaftlichen sowie auch praxisnahen Medien vorangetrieben werden.

### **Universität Trier**

Bisher werden die Schätzung und Kalkulation von Softwareprojekten in der relevanten Literatur und in der Lehre nicht hinreichend berücksichtigt. Die Ergebnisse des Projektes sollen daher genutzt werden, um diesen Umstand zu ändern. Die Wirtschaftsinformatik der Universität Trier plant daher, auch über die Projektphase hinaus, die Methode und das Werkzeug zu nutzen und sich als eine der führenden Forschungsinstitutionen zu etablieren, welches Unternehmen bei der Projektkalkulation speziell im Rahmen der Angebotserstellung unterstützt.

Dazu unterhält der Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I bereits jetzt Kooperationen mit vielen Praxispartnern, die Defizite im Rahmen der Kalkulation von IT-Projekten haben und die nach geeigneten Methoden für deren Verbesserung suchen. Hier ist die direkte Nutzung der Methode und des Werkzeugs geplant und die Erfahrungsdatenbank soll weiter ausgebaut werden, um unterschiedliche Projekte unterstützen zu können. Gleichzeitig sollen die Methode und das Werkzeug auch im Rahmen von Praxisseminaren und Workshops genutzt werden.

Die Abakus Methode und das entstandene Werkzeug, werden auch in der Lehrveranstaltung „Vorbereitung und Management von Softwareprojekten“ genutzt. Die Methode wird neben anderen Methoden gelehrt und das Werkzeug im Rahmen einer Übung angewendet, in der die Teilnehmer der Veranstaltung erste Schätzungen selbständig durchführen.

Durch den praktischen Einsatz des Werkzeuges soll das Verständnis der Studierenden für die Probleme im Rahmen der Schätzung von Softwareprojekten erweitert werden. Zusätzlich wird eine Evaluation des Werkzeuges durch die Studierenden durchgeführt. Diese dient als Basis für eine kontinuierliche Erweiterung des Werkzeuges und der Methode über das Projekt hinaus.

### **Verwertbarkeit außerhalb des Konsortiums**

Bereits im Vorfeld des Projekts wurde ein Verbreitungskonzept entwickelt, das den nachhaltigen wissenschaftlich-technischen Erfolg des Projekts sicherstellen, aber auch eine breite Zielgruppe zur Verwertung der Ergebnisse außerhalb des Konsortiums ansprechen sollte. Zur Projektlaufzeit wurden die erreichten Forschungsergebnisse einer Verwertung zugeführt und der Fachöffentlichkeit in Form von Publikationen, Vorträgen und Konferenzbeiträgen vorgestellt. Darüber hinaus wurde die allgemeine Öffentlichkeit regelmäßig über die Abakus-Projektwebsite informiert und es wurden zahlreiche Kontakte aus Forschungsprojekten und aus Partnernetzwerken bzw. Branchenverbänden genutzt, um auf die Ergebnisse hinzuweisen.

Durch die Veröffentlichung ausgewählter Projektergebnisse in einem Referenzdokument (Abakus-Methodenhandbuch) stehen diese nicht nur den beteiligten KMU-Partnern zur Verfügung, sondern sie sind auch für andere Unternehmen der Softwarebranche frei zugänglich und können von diesen für die eigene Aufwandsschätzung und Kostenkalkulation verwendet werden. Die Aktivitäten zur Verbreitung des Projekts werden von den Partnern auch nach Projektabschluss weitergetragen.

## **5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Vom Konsortium wurden während der gesamten Projektlaufzeit regelmäßig Informationsrecherchen zu den untersuchten Themengebieten durchgeführt, insbesondere zu neuen Schätzmethode n und zur Aufwandskalkulation in Softwareprojekten unter Berücksichtigung nichtfunktionaler Qualitäten. Die Diskussion dieser Themen in der wissenschaftlichen Community wurde von den Konsortialpartnern mitverfolgt bzw. mitgeführt und sie war von großer Bedeutung für das Abakus-Vorhaben. Zu nennen sind hier beispielsweise die Besuche von Konferenzen, Tagungen, Messen und Arbeitskreistreffen.

Im Zuge dessen sind dem Konsortium keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die die Durchführung der Arbeiten im Abakus-Vorhaben hätten behindern oder in Frage stellen können. Vielmehr stellte das Mitverfolgen bzw. -führen der Diskussion eine gewinnbringende Bereicherung des Projekts dar, denn zum einen diente es als wertvolle Quelle für neue Forschungsansätze und -ideen, zum anderen belegte es die wissenschaftliche Relevanz der Arbeiten und den Bedarf nach erprobten, praxis- und KMU-tauglichen Ergebnissen.

## 6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Neben der Veröffentlichung der Projektergebnisse in diesem Schlussbericht erfolgte eine Veröffentlichung von Teilergebnissen bereits während der Projektlaufzeit in folgenden wissenschaftlichen Publikationen:

- Axel Kalenborn, Michael Kläs, Hartmut Schmitt (2017): Erfahrungsbasierte Aufwandsschätzung: Softwareprojekte zuverlässig und erfolgreich kalkulieren. In: Software und Support Media GmbH (Hrsg.): Entwickler Magazin Ausgabe 2017 (4), S. 30–38. Software & Support Media, Frankfurt am Main.
- Axel Kalenborn, Anne Hess, Michael Kläs, Hartmut Schmitt (2017): Experience-Based Calculation of Software Projects. In: Erwin Grosspietsch, Konrad Klöckner (Hrsg.): Proceedings of the Work in Progress Session held in connection with SEAA 2017 and DSD 2017.
- Binish Tanveer, Anna Maria Vollmer, Ulf Martin Engel (2017): Utilizing Change Impact Analysis for Effort Estimation in Agile Development – An Empirical Study. In: Michael Felderer, Helena Holmström Olsson, Amund Skavhaug (Hrsg.): Proceedings: 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications SEAA 2017, S. 430-434, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA.
- Axel Kalenborn, Michael Kläs, Hartmut Schmitt (2018): Erfahrungsbasierte Aufwandsschätzung in der Praxis: Kalkulation mit der Abakus-Methode. In: Software und Support Media GmbH (Hrsg.): Entwickler Magazin Ausgabe 2018 (2), S. 20–25. Software & Support Media, Frankfurt am Main.
- Axel Kalenborn, Michael Kläs, Hartmut Schmitt (2018): Kalkulation mit der Abakus-Methode: Erfahrungsbasierte Aufwandsschätzung. In: Software und Support Media GmbH (Hrsg.): windows.developer, Ausgabe 4.2018, S. 44–49. Software & Support Media, Frankfurt am Main.

Folgende Veröffentlichung ist geplant (Beitrag wurde bei der Konferenz akzeptiert):

- Binish Tanveer, Anna Maria Vollmer, Stefan Braun (2018): A hybrid methodology for effort estimation in agile development: an industrial evaluation. Proceedings ICSSP 2018 (International Conference on Software and System Processes)

Weiterhin besteht die Möglichkeit die Ergebnisse des Abakus-Projektes auf der Projekt-Website einzusehen. Dort steht neben vielen anderen Materialien auch das Abakus-Methodenhandbuch zum freien Download zur Verfügung:

**<http://www.abakus-projekt.de>**

### III. Literatur

A. Aamodt and E. Plaza, „Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches“, *AI Communications*, vol. 7, no. 1, 1994, pp.39–59.

P. Abrahamsson, I. Fronza, R. Moser, J. Vlasenko, and W. Pedrycz. Predicting development effort from user stories. In *Proceedings of the International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)*, pages 400–403. IEEE, 2011.

Adam, Wünsch, Koch. "Ergebnisbericht RE-KOMPASS 2013" - [http://www.iese.fraunhofer.de/content/dam/iese/de/dokumente/oeffentliche\\_studien/Ergebnisbericht\\_RE-Kompass\\_2013.pdf](http://www.iese.fraunhofer.de/content/dam/iese/de/dokumente/oeffentliche_studien/Ergebnisbericht_RE-Kompass_2013.pdf) - Abgerufen am, 25.8.2016.

G. Antoniol, G. Canfora, and A. De Lucia. Estimating the size of changes for evolving object oriented systems: A case study. In *Software Metrics Symposium, 1999. Proceedings. Sixth International*, pages 250–258. IEEE, 1999.

Beck, Kent, et al. *Manifesto for Agile Software Development*. 2001.

Bergner, K. / Jacobi, C. / Rausch, A. / Sihling, M. / Vilbig, A. 2001: Make-or-Buy von Softwarekomponenten, in: *OBJEKTSpektrum 1/2001*, S. 17.

S. Bhalerao and M. Ingle. Incorporating vital factors in agile estimation through algorithmic method. *IJCSA*, 6(1):85–97, 2009.

Bitkom: *Mittelstandsbericht 2017*. <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Bitkom-Mittelstandsbericht-2017.html>

B. W. Boehm, *Software Engineering Economics*. Prentice Hall, 1981.

B. Boehm, C. Abts, A. Brown, S. Chulani, B. Clark, E. Horowitz, R. Madachy, D. Reifer, B. Steece, *Software cost estimation with COCOMO II*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2000.

S. A. Bohner. Impact analysis in the software change process: a year 2000 perspective. In *Proceedings of the International Conference on Software Maintenance (ICSM '96)*, pages 42–51, 1996.

L. C. Briand, K. E. Emam, and F. Bomarius. COBRA: A hybrid method for software cost estimation, benchmarking, and risk assessment. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering, ICSE'98*, pages 390–399, 1998.

- L. C. Briand, J. Wust, and H. Lounis. Using coupling measurement for impact analysis in object-oriented systems. In Proceedings of the International Conference on Software Maintenance (ICSM'99), pages 475–482. IEEE, 1999.
- L. C. Briand, J. Wüst, and H. Lounis. Replicated case studies for investigating quality factors in object-oriented designs. *Empirical software engineering*, 6(1):11–58, 2001.
- Bundschuh, M. / Fabry, A. 2004: Aufwandschätzung von IT Projekten, Bergisch Gladbach, Rösrath 2004.
- Chen, Peter Pin-Shan. "The entity-relationship model—toward a unified view of data." In *ACM Transactions on Database Systems (TODS)* 1.1, pp. 9-36, 1976.
- S. R. Chidamber and C. F. Kemerer. A metrics suite for object oriented design. *IEEE Transactions on software engineering*, 20(6):476–493, 1994.
- R. T. Clemen. Combining forecasts: A review and annotated bibliography. *International Journal of Forecasting*, 5:559-583, 1989.
- Cockburn, Alistair. *Writing effective use cases*. Addison-Wesley, 2001.
- M. Cohn, *Agile estimating and planning*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005.
- Cosmic: Defining the COSMIC method. <http://cosmic-sizing.org/cosmic-publications/cosmic-method-documentation/standards/>
- Dalkey, N. / Helmer, O. 1963: An Experimental Application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*. 9 (3): S 458–467.
- M. O. Elish, H. Aljamaan, and I. Ahmad. Three empirical studies on predicting software maintainability using ensemble methods. *Soft Computing*, 19(9):2511–2524, 2015.
- T. Foss, E. Stensrud, B. Kitchenham, and I. Myrtveit. A simulation study of the model evaluation criterion mmre. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 29(11):985–995, 2003.
- M. Fowler and J. Highsmith. The agile manifesto. *Software Development*, 9(8):28–35, 2001.
- D. L. Goodhue and R. L. Thompson. Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, pages 213–236, 1995.
- Gradient Boosted Trees. Accessed: 2018-01-14.
- I. Hussain, L. Kosseim, and O. Ormandjieva. Approximation of cosmic functional size to support early effort estimation in agile. *Data & Knowledge Engineering*, 85:2–14, 2013.

- International Function Point Users Group (IFPUG). 2015. Software Non-functional Assessment Process (SNAP) Assessment Practices Manual. Release 2.3. Princeton Junction, New Jersey, 2015.
- ISBSG: ISBSG Software Project Data – Provided by Experts. <http://isbsg.org/software-project-data/>
- ISO/IEC 9126-1: Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality Model (2001)
- ISO/IEC 20926 - IFPUG Functional Size Measurement Method 2009, 2nd Ed. International Standardization Organization, Geneva, 2009.
- M. Jørgensen. A review of studies on expert estimation of software development effort. *Journal of Systems and Software*, 70(1):37–60, 2004.
- M. Jørgensen, B. W. Boehm, and S. Rifkin. Software development effort estimation: Formal models or expert judgment? *IEEE Software*, 26(2):14–19, 2009.
- M. Jørgensen and S. Grimstad, “Software Development Effort Estimation: Demystifying and Improving Expert Estimation,” in A. Tveito, A.M. Bruaset, and O. Lysne (ed.) *Simula Research Laboratory by Thinking Constantly about it*. Springer Verlag, 2010, pp. 381–403.
- Kahneman, D.: *Schnelles Denken, langsames Denken*, Siedler, 2012.
- D. Kahneman, A. Tversky, "Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedures." In S. Makridakis and S. C. Wheelwright, Eds., *Studies in the Management Sciences: Forecasting*, Amsterdam, Holland, 1979.
- Kalenborn, A. 2015: *Angebotserstellung und Planung von Software Projekten, die werkzeuggestützte Modellierung by Example Methode*, Springer Vieweg, 2014.
- S. Kang, O. Choi, and J. Baik. Model-based dynamic cost estimation and tracking method for agile software development. In *Proceedings of the 9th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, pages 743–748. IEEE, 2010.
- B. Kitchenham, L. Pickard, S. G. MacDonell, and M. J. Shepperd. What accuracy statistics really measure. *IEE Proceedings - Software*, 148(3):81–85, 2001.
- Kulak, Daryl, and Eamonn Guiney. *Use cases: requirements in context*. Addison-Wesley, 2012.
- Y. W. Lee and D. M. Strong. Knowing-why about data processes and data quality. *Journal of Management Information Systems*, 20(3):13–39, 2003.

- D. Leffingwell and D. Widrig. *Managing software requirements: a unified approach*. Addison-Wesley Professional, 2000.
- S. Lehnert. A taxonomy for software change impact analysis. In *Proceedings of the 12th International Workshop on Principles of Software Evolution and the 7th annual ERCIM Workshop on Software Evolution*, pages 41–50. ACM, 2011.
- B. Li, X. Sun, H. Leung, and S. Zhang. A survey of code-based change impact analysis techniques. *Softw. Test., Verif. Reliab.*, 23(8):613–646, 2013.
- W. Li and S. Henry. Object-oriented metrics that predict maintainability. *Journal of systems and software*, 23(2):111–122, 1993.
- Liedke, T, Wie gut schätzen Schätzer?, in Seufert, M. et al: *Metrikon 2015*, S. 33-40.
- Linberg, Kurt R. "Software developer perceptions about software project failure: a case study." *Journal of Systems and Software* 49.2 (1999): 177-192.
- Stefan Luckhaus: *Aufwandsschätzungen in der agilen Softwareentwicklung Einsatz von Methoden zur Messung des funktionalen Umfangs*. tredition, 2016.
- R. C. Martin. *Clean code: a handbook of agile software craftsmanship*. Pearson Education, 2009.
- V. McKinney, K. Yoon, and F. M. Zahedi. The measurement of webcustomer satisfaction: An expectation and disconfirmation approach. *Information systems research*, 13(3):296–315, 2002.
- E. Mendes, "Predicting Web Development Effort Using a Bayesian Network." In *Proceedings of the 11th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, Keele University, UK, 2-3 April 2007, pp. 83–93.
- K. Moløkken and M. Jørgensen. A review of software surveys on software effort estimation. In *Proceedings of the International Symposium on Empirical Software Engineering ISESE*, pages 223–230. IEEE, 2003.
- R. Moser, W. Pedrycz, and G. Succi. Incremental effort prediction models in agile development using radial basis functions. In *SEKE*, pages 519–522, 2007.
- A. B. Nassif, L. F. Capretz, D. Ho, and M. Azzeh. A treeboost model for software effort estimation based on use case points. In *Proceedings of the 11th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, volume 2, pages 314–319. IEEE, 2012.

J. Natt och Dag, R. Björn, P. Carlshamre, M. Andersson, and J. Karlsson, "Evaluating automated support for requirements similarity analysis in market-driven development." Proceedings of the 7th International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, Interlaken, Switzerland, 2001. Pp. 190–210.

R. R. Nelson, P. A. Todd, and B. H. Wixom. Antecedents of information and system quality: an empirical examination within the context of data warehousing. *Journal of management information systems*, 21(4):199–235, 2005.

D. Nguyen-Cong and D. Tran-Cao. A review of effort estimation studies in agile, iterative and incremental software development. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computing and Communication Technologies, Research, Innovation, and Vision for the Future, RIVF, pages 27–30, 2013.

S. Park, H. Kim, Y. Ko, and J. Seo, "Implementation of an efficient requirements-analysis supporting system using similarity measure techniques", *Information and Software Technology*, vol. 42, no. 6, 15 April 2000, pp. 429–438.

R. Popli and N. Chauhan. Cost and effort estimation in agile software development. In Proceedings of the International Conference on Optimization, Reliability, and Information Technology (ICROIT), pages 57–61. IEEE, 2014.

Project Management Institute, Inc.: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOKSM Guide). 5. Auflage. PMI, Newtown Square PA 2013.

A. T. Raslan, N. R. Darwish, and H. A. Hefny. Towards a fuzzy based framework for effort estimation in agile software development. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 13(1):37, 2015.

Robertson, Suzanne, and James Robertson. *Mastering the requirements process: Getting requirements right*. Addison-Wesley, 2012.

Rupp, Chris. *Requirements Engineering: Ein Überblick*. dpunkt.verlag, 2012.

S. M. Satapathy, B. P. Acharya, and S. K. Rath. Class point approach for software effort estimation using stochastic gradient boosting technique. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 39(3):1–6, 2014.

S. M. Satapathy and S. K. Rath. Empirical assessment of machine learning models for agile software development effort estimation using story points. *Innovations in Systems and Software Engineering*, pages 1–10, 2017.

- M. Shepperd, C. Schofield, "Estimating software project effort using analogies." In IEEE Transactions on Software Engineering, no. 23, vol. 11, pp. 736–743, 1997.
- B. Tanveer. Guidelines for utilizing change impact analysis when estimating effort in agile software development. In Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE, 2017.
- B. Tanveer, L. Guzmán, and U. M. Engel. Understanding and improving effort estimation in agile software development: An industrial case study. In Proceedings of the International Conference on Software and Systems Process, ICSSP '16, pages 41–50, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- B. Tanveer, L. Guzmán, and U. M. Engel. Effort estimation in agile software development—case study and improvement framework. Journal of Software Evolution and Process, 2017.
- B. Tanveer, A. M. Vollmer, and U. M. Engel. Utilizing change impact analysis for effort estimation in agile development. In Proceedings of the 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA, pages 430–434, 2017.
- A. Trendowicz, Software Cost Estimation, Benchmarking, and Risk Assessment. The Software Decision Maker's Guide to Predictable Software Development. Springer Verlag, 2013.
- A. Trendowicz and R. Jeffery. Software Project Effort Estimation - Foundations and Best Practice Guidelines for Success. Springer, 2014.
- M. Usman, E. Mendes, and J. Börstler. Effort estimation in agile software development: a survey on the state of the practice. In Proceedings of the 19th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE, pages 12:1–12:10, 2015.
- M. Usman, E. Mendes, F. Weidt, and R. Britto. Effort estimation in agile software development: a systematic literature review. In Proceedings of the 10th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, PROMISE'14, pages 82–91, 2014.
- R. Van Solingen, E. Berghout. The Goal/Question/Metric Method. McGraw-Hill Education, 1999.
- V. Venkatesh and H. Bala. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. Decision sciences, 39(2):273–315, 2008.
- VersionOne (2012), 7th Annual State of Agile Development Survey. (<http://www.versionone.com/pdf/7th-Annual-State-of-Agile-Development-Survey.pdf>)

White, Stephen A. Introduction to BPMN. IBM Cooperation 2.0, 2004

S. K. T. Ziauddin and S. Zia. An effort estimation model for agile software development. *Advances in computer science and its applications (ACSA)*, 314:314–324, 2012.

T. Zimmermann, A. Zeller, P. Weissgerber, and S. Diehl. Mining version histories to guide software changes. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(6):429–445, 2005.