



Abschlussbericht

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01MS11007 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Zuwendungsempfänger: Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH	Förderkennzeichen: 01MS11007
Verbundprojekt: automotiveHMI Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich	
Teilvorhaben: Modellierungssprache und Evaluation	
Projektleiter des Teilvorhabens: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Detlef Zühlke Dipl.-Wirtsch.-Ing. Moritz Kümmerring	Tel.: +49 631 205 75 3400 Email: Detlef.Zuelke@dfki.de Tel.: +49 631 205 75 3414 Email: Moritz.Kuemmerling@dfki.de
Laufzeit des Vorhabens (Bewilligungszeitraum): von 01.01.2011 bis: 31.12.2013	
Berichtszeitraum (Abschlussbericht): von: 01.01.2011 bis: 31.12.2013	Datum: 16.01.2014



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

1. Kurze Darstellung

1.1. Aufgabenstellung

Die Gesamtaufgabe des Projekts automotiveHMI war es, die bestehenden Prozesse zur Entwicklung von Benutzungsschnittstellen (engl. Human-Machine Interface, HMI) im Automobilbereich zu verbessern. Die angestrebten Verbesserungen konzentrierten sich insbesondere auf die Schnittstellen zwischen den an einem solchen Entwicklungsprojekt beteiligten Partnern (Hersteller, Zulieferer, Tool-Entwickler), die meist mit unterschiedlichen Werkzeugen und proprietären Datenformaten zunächst an der Spezifikation eines HMI-Systems arbeiten, dann deren Umsetzung anstreben und schließlich das fertige System umfangreichen Tests unterziehen. Die vielen nicht standardisierten Schnittstellen in einem solchen Prozess und der überwiegend papierbasierte Informationsaustausch führen zu sogenannten „digitalen Lücken“ bei der Übergabe von Zwischenergebnissen. In der Praxis ist es daher oft notwendig, bestehende Informationen manuell in eine andere Werkzeuglandschaft zu überführen, was einerseits zeitaufwendig ist, andererseits Personalmittel in nicht unerheblichem Umfang bindet. Das Problem der digitalen Lücken sollte im Projekt automotiveHMI durch die Entwicklung eines integrierten Ansatzes, basierend auf standardisierten Sprachen, Modellen und Schnittstellen überwunden werden. Basis des Lösungsansatzes bildete ein Konzept zur iterativen Verfeinerung der Spezifikation komplexer automotiver HMI-Systeme von der ersten Skizze bis hin zu formalen, maschinenlesbaren Systemspezifikationen.

Die erfolgreiche Umsetzung dieses Ansatzes sollte zu Effizienzsteigerungen für alle beteiligten Unternehmen, vom Automobilhersteller über den Zulieferer bis zum Hersteller der verwendeten Software-Werkzeuge, führen. Diese Effizienzsteigerungen treten in allen Phasen der Entwicklung von der Systemspezifikation bis zum Testen der implementierten HMI-Systeme auf und verschaffen der deutschen Automobilindustrie somit einen zusätzlichen Vorsprung.

Die Gesamtaufgabe wurde in insgesamt drei Teilaufgabenstellungen untergliedert. Diese lauten wie folgt:



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

- **Entwicklung eines domänenspezifischen, modellbasierten Austauschformats**

Das Format sollte eine einheitliche und formale Spezifikation prozessübergreifender HMI-Entwicklungsdaten ermöglichen und somit als maschinenlesbare Datenschnittstelle zwischen den einzelnen Prozessteilnehmern fungieren, was erstmals die Überwindung der „digitalen Lücken“ ermöglicht, die bislang durch den papierbasierten Datenaustausch existierten. Mit dem Einsatz eines modellbasierten Austauschformats zur Spezifikation moderner HMI-Systeme ist es erstmals möglich, partner- und prozessübergreifend Entwicklungsdaten und -artefakte auszutauschen. Darüber hinaus werden mit der Entwicklung und Einführung eines einheitlichen Austauschformats die Voraussetzungen für einen bruchfreien und durchgängigen Einsatz von Entwicklungswerkzeugen geschaffen.

- **Modellbasiertes, automatisiertes Testen von HMI-Systemen**

Basierend auf maschinenlesbaren System-Spezifikationen sollten Methoden entwickelt werden, wie ein lauffähiges Infotainment-System automatisiert auf Fehler überprüft werden kann. Die hierzu notwendigen Testfälle sollten sich automatisiert aus dem zuvor erstellten Spezifikationsmodell ableiten lassen, indem aus dem Spezifikationsmodell ein Test-Modell erzeugt wird.

- **Middleware-Lösung**

Aufgrund einer fehlenden Standardisierung sowie fehlender architektureller Konzepte bedeutet die Anbindung eines HMI-Systems an die Fahrzeugplattform einen hohen manuellen Programmieraufwand. Um diesen Aufwand zu verringern und die Wiederverwendung von Softwarekomponenten zu erhöhen, sollten Standards und Schnittstellenkonzepte ausgearbeitet werden, welche die automatische Komposition der Middleware aus wiederverwendbaren Softwarebausteinen ermöglichen.

1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die deutsche Hersteller- und Zulieferindustrie im Bereich des Automobilbaus ist führend in der Welt. Verschiedene Studien (u.a. vom ZVEI) belegen, dass aktuell über 80% der Innovationen im Automobilbau auf die Bereiche Elektrotechnik und Elektronik sowie auf die darauf aufsetzende Software entfallen. Hierzu zählen neben den Hidden Technologies (bspw. Motormanagement, ESP) insbesondere Komfortfunktionen (bspw. Navigation, Infotainment) sowie Fahrerassistenz- und Informationssysteme (bspw.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Verkehrszeichenerkennung, Abstandswarnung). Der Erfolg dieser Innovationen hängt maßgeblich von der Akzeptanz durch den Nutzer ab. Insofern bedarf es intuitiver, gebrauchstauglicher Benutzungsschnittstellen, die den Anforderungen der Benutzer in Bezug auf die Bedienbarkeit gerecht werden.

Im Regelfall konvergieren die Systeme im Fahrzeug bzgl. ihrer Bedienung in einem Infotainment- bzw. HMI-System, über das der Fahrer unter Verwendung verschiedener Modalitäten (bspw. Sprache, Haptik) alle Funktionen des Fahrzeugs bedienen können muss. Mit steigendem Funktionsangebot im Fahrzeug steigen also auch die Anforderungen an die Benutzungsschnittstelle und somit die Komplexität zukünftiger HMI-Systeme. Parallel dazu werden die Innovationszyklen im Bereich elektronischer Konsumgüter immer kürzer bei gleichzeitig steigender Funktionsvielfalt der Geräte.

Als Ausgangsproblematik für das Projekt automotiveHMI bestand somit die Herausforderung für deutsche Automobilhersteller, einerseits die wachsende Systemkomplexität ihrer Infotainment-Lösungen bei andererseits immer kürzer werdenden Innovationszyklen zu bewältigen. So führt die steigende Systemkomplexität der Infotainment-Lösungen bereits in der Phase der Systemspezifikation zu Problemen. Papierbasierte, nicht maschinenlesbare Spezifikationsdokumente werden von unterschiedlichen Abteilungen und Rollen über die Phasen der Grob- und Feinspezifikation kontinuierlich mit Informationen angereichert. Mit zunehmendem Detaillierungsgrad steigt der Aufwand, die Systemspezifikation widerspruchsfrei, vollständig und einheitlich zu halten. Zulieferer, die mit der Umsetzung einer Infotainment-Spezifikation beauftragt werden, haben das Problem, dass Unterschiede zwischen Verschiedenen Versionen einer Systemspezifikation in der Regel nur durch einen manuellen Vergleich identifiziert werden können. Somit fällt bereits ein hoher Aufwand für den Herausgeber der Systemspezifikation und den Auftragnehmern zur Umsetzung der Spezifikation an, nur um überhaupt ein gemeinsames einheitliches Verständnis der angedachten Infotainment-Lösungen zu erreichen.

Später im Entwicklungsprozess, wenn die ersten lauffähigen HMI-Systeme programmiert wurden, bestehen weitere Probleme. Die Systeme müssen durch den Auftraggeber vollständig getestet werden, was bislang in sehr aufwändigen, zeit- und kostenintensiven manuellen Tests geschieht. Ohne eine solche Überprüfung, ob das vorliegende HMI-System einwandfrei funktioniert und den Vorgaben des Auftraggebers entspricht, können die Systeme nicht in die Serienproduktion gehen. Bei den Tests entstehen redundante Aufwände durch mangelnde Wiederverwendbarkeit, da die ursprünglich erstellte



automotiveHMI
Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
Abschlussbericht

Systemspezifikation des Fahrzeugherstellers bislang nicht automatisiert zum Testen des fertigen Systems verwendet werden konnte.

Vergangene Ansätze, die genannten Probleme zu beheben sind gescheitert. So wurden in früheren Projekten Austauschformate für Infotainment-Spezifikationen spezifiziert, die in sich so komplex waren, dass sie einer Programmiersprache ähnelten (vgl. bspw. das Format OEM-XML). Diese Formate sind letztlich daran gescheitert, dass sie von den Akteuren im Infotainment-Entwicklungsprozess, die häufig nicht aus dem Bereich der Informatik kommen, nicht eingesetzt werden konnten. Außerdem scheiterten einige vergangene Lösungsansätze an der Konstellation der Partner, die die Formate zusammen entwickelten. Wichtig ist, dass bei der Anforderungserhebung für ein durchgängiges Austauschformat die Interessen aller in der Infotainment-Entwicklung involvierten Partner (OEMs, Zulieferer und Tool-Hersteller) angemessen berücksichtigt werden.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt automotiveHMI gliederte sich in insgesamt acht Arbeitspakete (AP) und drei projektbegleitende Arbeitspakete. Die Struktur der APs kann Abbildung 1 entnommen werden.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

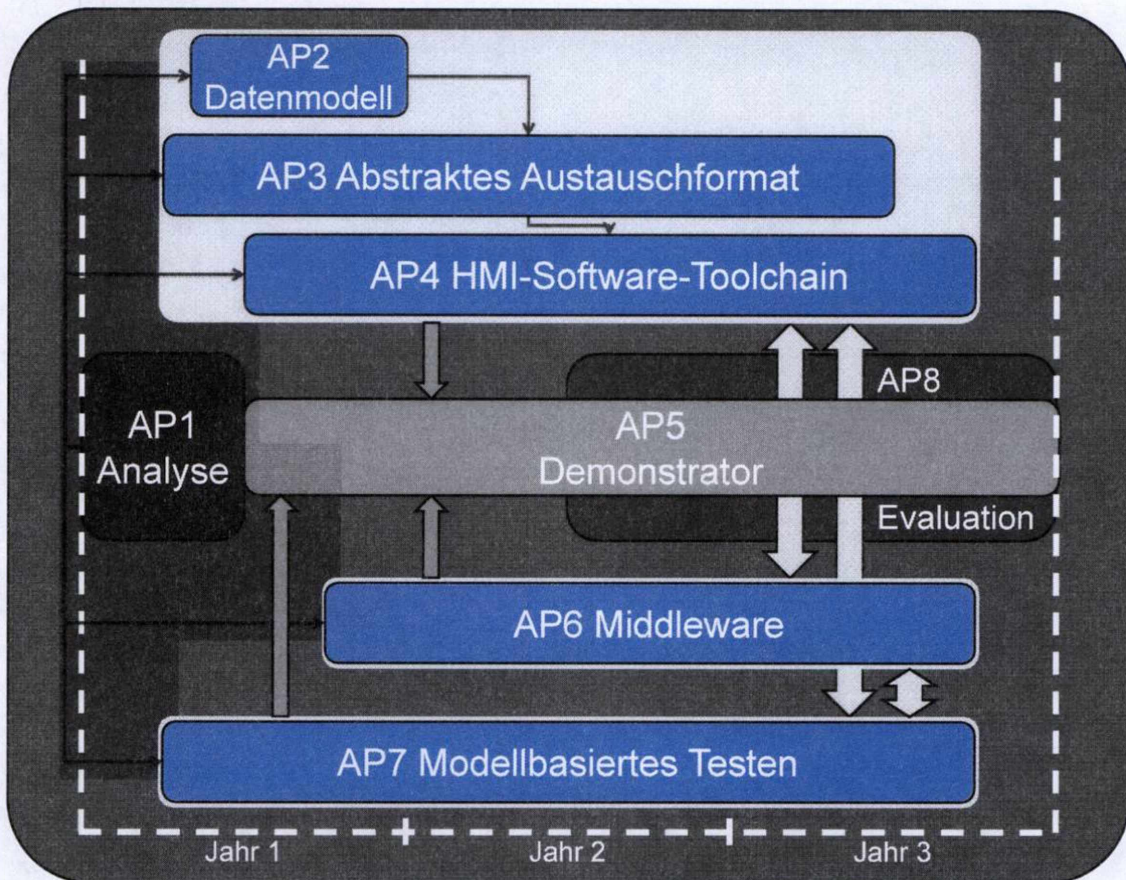


Abbildung 1: Struktur des Projekts automotiveHMI

Die drei begleitenden Arbeitspakete waren:

- **BA1: Projektmanagement**
- **BA2: Ergebnistransfer in die Wirtschaft über Leitmessen**
- **BA3: Ergebnistransfer in die Forschung über Publikationen und Konferenzen**

Inhaltlich sind die APs zu insgesamt drei tragenden Projektpeilern zusammengefasst, die in Abbildung 2 dargestellt sind:



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

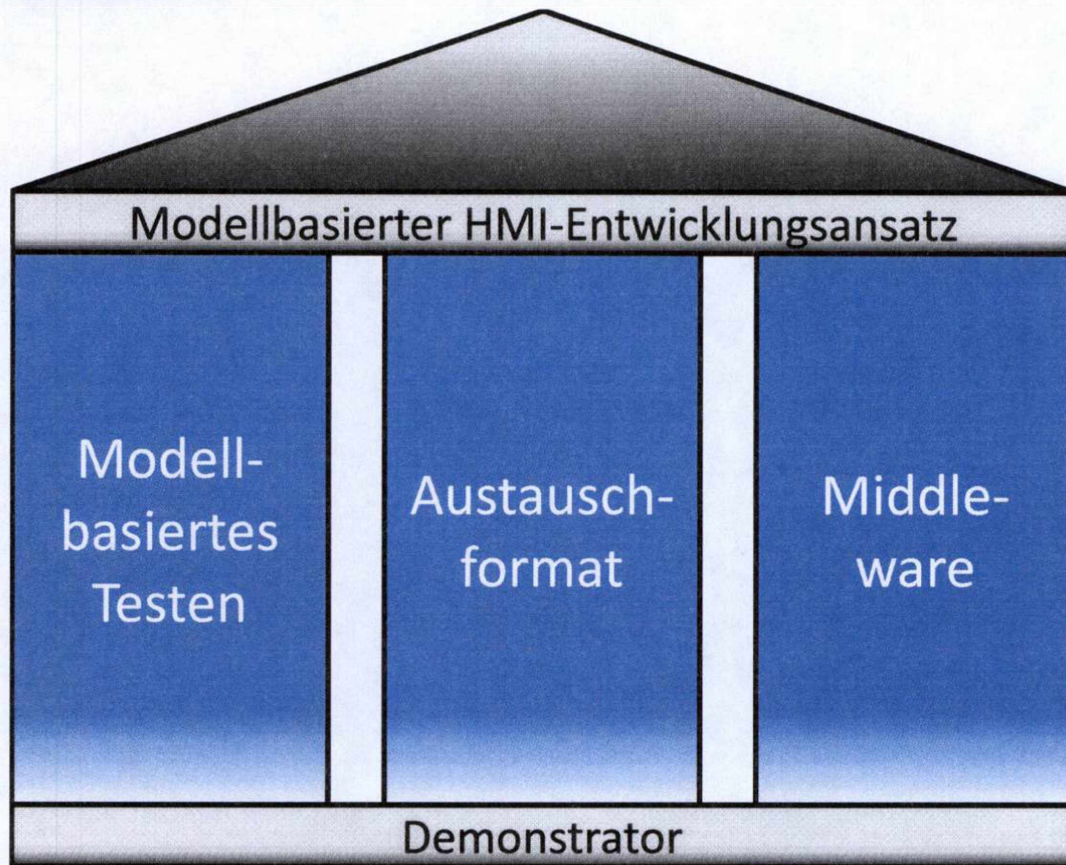


Abbildung 2: Die drei Pfeiler des Projekts automotiveHMI

Im ersten Arbeitspaket erfolgte eine umfassende Erhebung des Ist-Standes der Entwicklung automotiver Infotainment-Systeme. Die Ergebnisse der Analyse wurden in Form eines Anforderungskataloges für das Austauschformat und eines Referenzentwicklungsprozesses für Infotainment-Systeme aufgearbeitet.

Mit der Analyse als Grundlage begannen die Arbeiten an den drei Projektpfeilern. Für den Pfeiler Austauschformat wurde zunächst ein Datenmodell ausgearbeitet und mit den Partnern abgestimmt.

Basierend auf dem Datenmodell und dem in der Analysephase erstellten Anforderungskatalog wurde das Konzept für ein neues Austauschformat für Infotainment-Spezifikationen zunächst ausgearbeitet und dann als XML-basiertes Dateiformat umgesetzt. Die Entwicklung des Austauschformats erfolgte in enger Abstimmung mit dem Team, das an dem Pfeiler für modellbasiertes Testen arbeitete, da das Austauschformat u.a. die Basis für automatisierte Tests von Infotainment-Systemen bildet. Zusätzlich wurde eine prototypische



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Werkzeugunterstützung für das Austauschformat aufgebaut, indem teilweise neue Software-Werkzeuge geschrieben und teilweise Im- und Exporter für bestehende Entwicklungswerkzeuge implementiert wurden. Das Vorhandensein dieser Werkzeugunterstützung war eine notwendige Voraussetzung für die Arbeiten im Demonstratorarbeitspaket.

Parallel hierzu arbeitete ein Team an der Analyse und Beschreibung einer einheitlichen Middleware für die Anbindung des Infotainment-Systems an die Hardware-Plattform des Fahrzeuges.

Die Ergebnisse der Arbeiten an den drei Projektpfeilern wurden projektbegleitend in einem Demonstratorarbeitspaket zusammengeführt. In dem Demonstrator-AP wurden insgesamt drei Demonstratoren erstellt. Der erste Demonstrator zeigte, wie unter Verwendung des Austauschformats eine Spezifikation für ein Infotainment-System erstellt wird und durch Anreicherung mit Details aus einer Grob-Spezifikation in einem iterativen Prozess eine Feinspezifikation entsteht. Der zweite Demonstrator zeigt, wie aus einer fertigen Feinspezifikation, die in dem Austauschformat vorliegt, automatisiert Testfälle abgeleitet werden können und wie diese Testfälle genutzt werden, um ein fertiges Infotainment-System zu überprüfen.

Der dritte Demonstrator schließlich bildet den Gesamtprozess der Infotainment-Systementwicklung ab, indem ein einfaches Infotainment-System über das neue Austauschformat spezifiziert und durch automatisierte Code-Transformationen auf die Hardware-Plattform eines Serienfahrzeuges (Golf 7) übertragen wurde.

Ab der Hälfte der Projektlaufzeit setzte ein Evaluations-Arbeitspaket ein. Innerhalb dieses APs wurden die Arbeiten an den Projektpfeilern evaluiert und aufeinander abgestimmt. Hierzu wurden die Ergebnisse kontinuierlich anhand der eingangs definierten Zielsetzungen gespiegelt. Außerdem wurde mittels einer anonymisierten Fragebogenumfrage die Organisation jedes APs sowie die Effektivität und Effizienz der projektbegleitenden Arbeiten evaluiert. Hierüber konnten wichtige Erkenntnisse, erfolgreiche Methoden und konstruktive Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden, die sowohl im Projekt automotiveHMI aber auch in nachfolgenden Projekten vergleichbarer Art und Konstellation eine Orientierung und Hilfestellung bieten können.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Der wissenschaftliche und technische Stand, an den das Projekt automotiveHMI angeknüpft wurde, ist nach den folgenden Themengebieten zu differenzieren.

- **Austauschformate und Beschreibungssprachen für grafische Benutzungsschnittstellen**
- **Software-Werkzeuge zur (modellbasierten) Entwicklung grafischer Benutzungsschnittstellen**
- **Modellbasiertes Testen**

Eine ausführliche Beschreibung des wissenschaftlichen und technischen Standes der Technik zu den drei Themengebieten liegt jeweils als eigenständiges Deliverable vor und/oder wurde bereits in der Vorhabensbeschreibung ausführlich analysiert. Im Folgenden sind die Informationen daher nur kurz dargestellt.

1.4.1. Austauschformate und Beschreibungssprachen

Im Bereich der modellbasierten Entwicklung von Benutzungsschnittstellen sind in den vergangenen Jahren zahlreiche verschiedene Ansätze und Sprachformate entwickelt worden. Einige der entwickelten Sprachen sind auf bestimmte Anwendungsdomänen ausgerichtet, wobei nur wenige Formate die Domäne automotiver Benutzungsschnittstellen adressieren. Eine umfassende Liste der Formate kann der Vorhabensbeschreibung zum Projekt automotiveHMI entnommen werden. Im Rahmen der Arbeiten am AP3 wurde ein umfassender Kriterienkatalog ausgearbeitet auf dessen Grundlage insgesamt die 11 wichtigsten bzw. relevantesten Sprachkonzepte untersucht wurden. Ziel der Analyse war es festzustellen, welche der existierenden Sprachen ggf. eine Weiterentwicklung oder zumindest eine Orientierung bei der Ausarbeitung des Austauschformats in automotiveHMI ermöglichen können. Sowohl der Kriterienkatalog als auch die Ergebnisse der Analyse des Standes der Technik wurden als Deliverable veröffentlicht und außerdem publiziert.

1.4.2. Software-Werkzeuge

Sowohl in der Vorhabensbeschreibung zum Projekt automotiveHMI als auch im Rahmen des AP1 wurden existierende Software-Werkzeuge, die in der Automobilindustrie zur Erarbeitung von Infotainment-Lösungen eingesetzt werden, zusammengetragen und untersucht. Hierbei zeigte sich, dass bislang keine am Markt erhältliche Software für eine durchgängige,



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

modellbasierte Entwicklung von HMIs in der automotive-Domäne geeignet ist. Insbesondere in den frühen Entwicklungsphasen kommen verschiedenste Mockup-Tools zum Einsatz, die größtenteils von der Programmierung der Benutzungsschnittstelle abstrahieren und somit den Designern eine schnelle Entwurfserstellung erlauben. Diese Programme verwenden oftmals sehr eingeschränkte bzw. proprietäre Datenformate für den Datenaustausch. Somit entsteht vor allem in der frühen Phase der Grobkonzepterstellung ein digitaler Bruch in der Werkzeugkette, der eine Weitergabe und Wiederverwendung von Informationen verhindert. Eben diese Lücke wird durch das im Projekt automotiveHMI entwickelte Austauschformat geschlossen, da für das Format die bei den Partnern eingesetzten Software-Werkzeuge um geeignete Im- und Exporter erweitert werden können. Prototypisch wurde diese Erweiterung vorhandener Werkzeuge insbesondere im Rahmen des AP4 und des AP5 umgesetzt.

1.4.3. Modellbasiertes Testen

Bei modellbasierten Testverfahren für grafische Benutzungsschnittstellen besteht großes Potential einer Effizienzsteigerung durch automatisches Testen. Entsprechend umfangreich gestaltete sich der Stand der Technik zu diesem Thema. Mit Blick auf die Anwendungsdomäne zeigte sich jedoch, dass zu Projektbeginn nur wenige gesicherte Erkenntnisse und Erfahrungswerte für den Einsatz der Verfahren zur Überprüfung automotiver HMI-Systeme existierten. Im Rahmen des AP7 wurde daher zunächst eine umfassende Analyse des Standes der Technik für modellbasiertes Testen durchgeführt und am Markt erhältliche Testfallgeneratoren ausführlichen Erprobungen unterzogen. Außerdem wurde untersucht, welche Arten von Fehlern überhaupt in HMI-Systemen während der Entwicklung auftreten und in welcher Häufigkeit. Die Ergebnisse dieser Analysen wurden als Deliverable veröffentlicht. Die Untersuchungen haben wichtige Erkenntnisse geliefert, auf welche Systembestandteile beim modellbasierten Testen eines HMI-Systems der Fokus gesetzt werden sollte und welche Informationen ein Spezifikations- bzw. Testmodell dazu überhaupt enthalten muss.

1.4.4. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben den Projektpartnern wurde bereits zu Projektbeginn ein Kreis aus assoziierten Partnern gegründet, die Interesse an dem Projekt automotiveHMI zeigten. Der Kreis der assoziierten Partner wurde über die Vorhabenslaufzeit um weitere Partner erweitert. Die assoziierten Partner haben zwar nicht direkt an der Entwicklung der Projektergebnisse

**automotiveHMI**

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
Abschlussbericht

mitgewirkt, haben aber Informationen über die eigenen Entwicklungsprozesse zur Verfügung gestellt und eigene Anforderungen im Projekt automotiveHMI einbringen können. Im Gegenzug haben die assoziierten Partner ausgewählte Projektergebnisse bereits zur Laufzeit des Projekts zur Verfügung gestellt bekommen und wurden über Fortschritte im Projekt informiert. Der VDA hat über die assoziierte Partnerschaft das Projekt zusätzlich gefördert, indem für die Auftritte des Projekts auf der IAA 2011 und 2013 ein Teil der Ausstellungsfläche unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurde.

Zum Kreis der assoziierten Partner des Projekts automotiveHMI gehörten:

- **Continental Automotive GmbH**
- **Harman Becker Automotive Systems GmbH**
- **IAV GmbH**
- **MAN Nutzfahrzeuge AG**
- **Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA)**



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

2. Eingehende Darstellung

2.1. Erzielte Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Arbeitspakete beschrieben, an denen das DFKI beteiligt war bzw. die durch das DFKI geleitet wurden.

2.1.1. AP1: Entwicklungsprozess- und Anforderungsanalyse

In Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner Fraunhofer IESE wurde eine umfangreiche Analyse zum IST-Stand in der HMI-Entwicklung bei den Projektpartnern Daimler AG, Audi AG, Volkswagen AG, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Elektrobit Automotive GmbH und Robert Bosch GmbH durchgeführt. Zusätzlich wurden Analysen bei den assoziierten Partnern MAN Truck & Bus AG, Continental Automotive GmbH und Harman/Becker Automotive Systems GmbH durchgeführt. Die Analysen bei den Partnern wurden jeweils als eintägiger Workshop gestaltet. Hierfür ist den Analysepartnern im Vorfeld ein umfangreicher Fragebogen (veröffentlicht als Deliverable) zugestellt worden, der den Partnern zur Vorbereitung auf den Analyse-Workshop diente.

Die Analyse wurde zur Wahrung der Anonymität ausschließlich durch die beiden Forschungspartner DFKI und Fraunhofer IESE durchgeführt. Im Anschluss an die Analyse-Workshops wurden die Ergebnisse verdichtet und jedem Partner zum Review zur Verfügung gestellt. Anschließend sind die freigegebenen Ergebnisse in anonymisierter Form in ein übergeordnetes Analysedokument eingepflegt worden, das als Deliverable 1.1 an alle Projektpartner verteilt wurde.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der IST-Stand-Erhebung wurde ein Referenz-Entwicklungsprozess für HMI-Systeme abgeleitet und in Deliverable 1.2 beschrieben (vgl. Abbildung 3). Der Referenzprozess bildete im Anschluss die Grundlage für die Ableitung von HMI-Entwicklungsszenarien und Use-Cases. Darüber hinaus wurden aufbauend auf dem Referenzentwicklungsprozess die Anforderungen an das Datenmodell für das neue Austauschformat festgelegt. Die Use Cases dienten als Orientierungspunkt für das Demonstratorkonzept. Die festgelegten Anforderungen an das Austauschformat dienten als Basis für die Entwicklung des Austauschformats in AP3 und haben zusätzlich als Bewertungskriterien für die Analyse bereits existierender Modellierungssprachen und Austauschformate in AP3 gedient.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

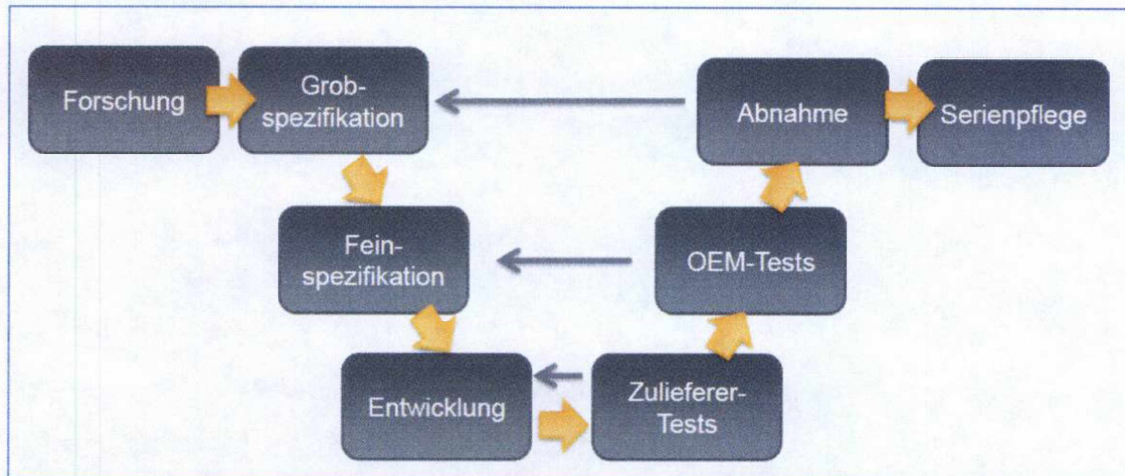


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung des Referenz-Entwicklungsprozesses

2.1.2. AP2: Datenmodell

Ziel des AP2 war die Erstellung eines Datenmodells, das die Domäne der automotiven Infotainment-System-Entwicklung beschreibt. Dieses Datenmodell konsolidiert die verschiedenen Entitäten und Begriffe, die während der Analyse in AP1 aufgetreten sind und setzt sie miteinander in Bezug. Das Modell dient der verbesserten Kommunikation zwischen den Partnern, da diese teilweise firmenintern deutlich unterschiedliche Begriffe für die gleichen Konzepte benutzen. Darüber hinaus bildete es eine der Grundlagen für das in AP3 entwickelte Austauschformat, indem es Entitäten absteckt, die Gegenstand der Formatbeschreibung sind.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse aus AP1 wurde das Datenmodell initial konzeptioniert und dann durch Absprachen mit den Partnern iterativ erweitert. Bei der Entwicklung und Ausgestaltung des Datenmodells erfolgte aufgrund der engen Zusammenhänge zwischen Datenmodell und Austauschformat eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Partner IESE und dem DFKI.

In der initialen Konzeptionierungsphase wurden die Unterlagen der Analyse aus AP1 von den Mitarbeitern des IESE und des DFKI gemeinsam gesichtet, Begriffe und Zusammenhänge identifiziert, kategorisiert und schließlich in einem Entity-Relationship-Modell erfasst.

In mehreren Workshops wurde das Datenmodell in seinen verschiedenen Iterationsstufen den Projektpartnern vorgestellt, gemeinsam diskutiert und das Feedback in eine jeweils neue Version des Datenmodells eingearbeitet.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

In der Praxis erfolgte die Entwicklung des Austauschformats parallel zum Ausbau des Datenmodells, wodurch es zwischen den Arbeitspaketen zu einem regelmäßigen Austausch kam, bei dem Begrifflichkeiten harmonisiert und Inkonsistenzen auf beiden Seiten aufgedeckt werden konnten.

Das Datenmodell bildet in der finalen Version den in AP1 definierten Referenzprozess in seiner vollen Breite ab. Weiterhin beschreibt es HMI-Systeme selbst in Form von Input/Output-Konzepten sowie deren Verhalten und die Umgebung der Systeme. Hierzu zählen die menschlichen Benutzer sowie die darunterliegenden Komponenten der Middleware.

Die Verwertbarkeit des Datenmodells liegt überwiegend im Bereich der Prozess-Optimierung für die automotive HMI-Entwicklung. Der hohe Abstraktionsgrad des Datenmodells geht mit einem ausreichenden Gestaltungsspielraum einher, sodass sich alle Partner der Prozesskette der automotiven HMI-Entwicklung in dem Referenzprozess wiederfinden können. Die umfangreiche Modellierung der involvierten Rollen und Prozessschritte bietet eine geeignete Ausgangslage, auf struktureller Ebene eine Verschlinkung und auch eine Neugestaltung der Prozesslandschaft zu organisieren, abzubilden und zu benchmarken.

Weiterhin kann das Datenmodell aufgrund der Relationen zwischen den Einzelkomponenten zur systematischen Erarbeitung einer Spezifikation oder zur systematischen Identifikation von Qualitätsproblemen genutzt werden. Gerade aus Sicht des Verhältnisses von OEM und Zulieferer gibt es hier die Möglichkeit, die einzelnen Aufgabengebiete und Zuständigkeiten der Partner einordnen und aktuell auftretende Probleme an der Schnittstelle zwischen den Aufgaben der Partner identifizieren zu können.

2.1.3. AP3: Austauschformat

Im Rahmen des Arbeitspakets 3 wurde auf Basis der in AP1 erhobenen und in AP2 in einem Datenmodell strukturierten Anforderungen aus der Industrie das Austauschformat geschaffen, das die real existierenden Prozesse und Vorgehensweisen unterstützt und im Einklang mit den in der Praxis existierenden Nebenbedingungen steht.

AP3.1: Potenzialbewertung von HMI-Modellierungssprachen

In diesem Teilarbeitspaket wurde zunächst eine umfangreiche Analyse bereits existierender Modellierungssprachen und Austauschformate durchgeführt. Diese Formate stammen einerseits aus dem automobilen Kontext, andererseits aus dem



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Forschungsgebiet der modellbasierten und modellgetriebenen Entwicklung von Benutzungsschnittstellen.

Im Rahmen der Analyse wurden die in AP1 erhobenen Anforderungen an das neue Austauschformat weiter konkretisiert und in Form eines Kriterienkatalogs ausführlich beschrieben (Deliverable 3.1 - Kriterienkatalog). Dieser Kriterienkatalog bildete die Ausgangsbasis für die Untersuchung (Potenzialbewertung), ob bereits existierende Ansätze und Modellierungssprachen ggf. im Projekt automotiveHMI wiederverwendet und erweitert werden können. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden in Deliverable 3.1 - Sprachanalyse) zusammengefasst und zusätzlich auf einer internationalen Konferenz publiziert. Die Potenzialbewertung ergab, dass existierende Sprachen und Ansätze wesentliche Anforderungen in Bezug auf die Zielsetzung im Projekt automotiveHMI nicht erfüllen können weshalb eine vollständige Neuentwicklung eines geeigneten Austauschformats nötig war.

AP3.2: Entwicklung einer HMI-Modellierungssprache für grafische HMIs

Auf den Ergebnissen der Potenzialbewertung aufbauend wurde im Teilarbeitspaket AP3.2 die Neuentwicklung eines Austauschformats durchgeführt. Dazu wurden die Anforderungen an das Austauschformat in globale Anforderungen aufgeteilt, die das Gesamtkonzept des Formats betreffen, und lokale Anforderungen, die für die Beschreibung bestimmter Elemente (z.B. grafische Darstellungselemente) relevant sind.

Die globalen Anforderungen wurden zur Entwicklung eines sogenannten „Formatkerns“ verwendet, der die parallele Bearbeitung des Austauschformats durch eine große Anzahl an Mitarbeitern erlaubt (multi-user-Fähigkeit), die Abbildung von Relationen zwischen den Beschreibungselementen ermöglicht und die maschinelle Verarbeitung unterstützt.

Damit steht der Formatkern bereits im Einklang mit der iterativen Vorgehensweise, wie sie in heutigen Infotainment-Projekten zu finden ist. Spezifikateure, Designer, Übersetzer, Entwickler und Tester arbeiten gleichzeitig an einem großen Datenmodell, das nach und nach immer mehr das finale HMI verkörpert. Durch das Austauschformat wird der Import und Export der Modellinhalte in die unterschiedlichen, von den einzelnen Projektbeteiligten verwendeten Software-



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Werkzeuge möglich und erlaubt es, weiterhin mit den im jeweiligen Team bekannten und vertrauten Werkzeugen zu arbeiten.

Die lokalen Anforderungen wurden danach genutzt, um iterativ den Formatkern anzureichern. Dabei entstand nach jeder Iteration ein nutzbares und um eine weitere Funktionalität erweitertes Austauschformat. Diese Anforderungen deckten die Bereiche der grafischen Gestaltung, der Verhaltensbeschreibung sowie der Middleware-Integration ab.

Ein zentraler Aspekt des Austauschformats ist die semantische Beschreibbarkeit, die es erlaubt, auf hohem Niveau sowohl das Aussehen als auch das Verhalten des HMI zu beschreiben. Während Bäume von UI-Widgets die Darstellung und die vorhandenen Elemente auf dem Bildschirm beschreiben, kann durch Zustandsmaschinen das Verhalten auf leicht verständliche Weise abgebildet werden. Gerade in frühen Phasen unterstützen die schnellen Iterationen aus Gestaltung und Ausprobieren den Interaktionsgestalter bei der schnellen Evaluation verschiedener Interaktionskonzepte.

Die Arbeiten am Austauschformat begannen im Juli 2011. Das DFKI organisierte in 2011 sechs bilaterale Arbeitstreffen mit den Projektpartnern zum Zweck der Konzeptbesprechung für das neue Austauschformat (10. August 2011, Kaiserslautern; 29. August 2011, Erlangen; 7. September 2011, Ulm; 20. September 2011, Ingolstadt; 18. Oktober 2011, Leonberg; 25. Oktober 2011, Wolfsburg). Gegen Ende des ersten Quartals 2012 wurde eine erste Version des Austauschformats den Partnern zum Review zur Verfügung gestellt. Insbesondere im Hinblick auf das modellbasierte Testen in AP7 wurde diese erste Version des Formats einem umfassenden Review unterzogen. Danach erfolgen iterative Verfeinerungen und Erweiterungen an dem Format. In einem gemeinsamen Workshop mit allen Partnern im Mai 2012 nach Abschluss der Review-Phase für die erste Version des Formats wurde das beim DFKI eingegangene Feedback präsentiert und gemeinsam konsolidiert. Die zahlreichen Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge wurden bis September 2012 in eine zweite Version des Formats eingearbeitet. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Name des neuen Formats auf Infotainment Specification Format (ISF) festgelegt.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Im August 2013 fand ein Workshop mit den Partnern bei Porsche in Weissach statt, bei dem mehrere Änderungsvorschläge der Partner diskutiert und deren Integration in das Austauschformat entschieden wurde. Diese Änderungsvorschläge resultierten primär aus den Erfahrungen bei der Entwicklung der Demonstratoren in AP5 und bildeten die Grundlage für eine dritte Version des Austauschformats. So wurde beispielsweise die Beschreibung von Zustandsmaschinen dahin erweitert, dass diese aus unterschiedlichen visuellen Perspektiven betrachtet und ausgerichtet werden können. Auch wurden in früheren Versionen verwendete Datentypen für Ganzzahlen und Texte durch für die Praxis sinnvollere Datentypen ersetzt. Letztendlich wurde eine stärkere Abtrennung zwischen den in den Elementen verwendeten Daten und den zugehörigen Metadaten durchgeführt, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

Die dritte Version des Austauschformats wurde im Herbst 2013 fertiggestellt und zu Reviewzwecken an die Partner verteilt. Die reviewte Version stellt den neusten Stand des Austauschformats dar, der im Januar 2014 veröffentlicht wird. Dies geschieht unter der MIT-Lizenz auf dem OpenSource-Repository Sourceforge und wird über die Projektwebseite, die auch weiterhin aufrufbar bleiben wird, verlinkt. Die MIT-Lizenz ermöglicht die einfache und unentgeltliche Nutzung des Formats, was eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Verbreitung und Verankerung der Projektergebnisse in der Automobilindustrie ist.

AP3.3: Erweiterung der HMI-Modellierungssprache hinsichtlich multimodaler Konzepte

In Abweichung vom Projektplan wurden die Aufwände aus AP3.3 für die iterative Weiterentwicklung des Austauschformats genutzt, um konkrete Anforderungen, die sich aus der Entwicklung der Demonstratoren in AP5 ergaben, zeitnah einpflegen zu können. In der Hochphase der Demonstratorentwicklung im Frühjahr 2013 wurde intensiv mit dem neuen Austauschformat gearbeitet, um die Demonstratoren für den IAA Messeauftritt im September 2013 fertigstellen zu können. Hierbei wurden zahlreiche weitere Änderungs- und Erweiterungsvorschläge für das Austauschformat formuliert, sodass sich die Entscheidung bezüglich der Aufwandsumverteilung aus AP3.3 als konsequent richtig erwiesen hat.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

AP3.4: Identifikation und Definition von Abbildungs- und Transformationsschritten

In AP3.4 wurden erste Abbildungsschritte für die Transformation von Informationen aus Balsamiq Mockups sowie nach HTML5 definiert und in prototypischen Software-Werkzeugen umgesetzt. Die Transformationen wurden den Projektpartnern aus AP4 und AP5 zugänglich gemacht. Diese entwickelten darauf basierend weitere Werkzeuge für die Integration des Austauschformats mit EB GUIDE, den Entwicklungswerkzeugen von Porsche, den Testwerkzeugen von Daimler und den Targetwerkzeugen von VW.

Praktischer Einsatz des Austauschformats

Zur Verdeutlichung des Ansatzes ein praktisches Beispiel:

Ein OEM hat beschlossen, ein neues Infotainment-System zu beauftragen. Auf Seiten des OEMs sind bereits erste Ideen, Designs und Funktionsanforderungen aufgestellt worden. Diese Daten befinden sich in Grafik-Dateien und Office-Formaten und sind aktuell auf verschiedenen Rechnern und Netzlaufwerken beim OEM verstreut. Mit dem neuen Ansatz könnten diese Informationen direkt in das System eingepflegt werden (entweder als reiner Text oder per Verlinkung von Dokumenten). Der Vorteil liegt hier in der zentralen Ablage aller projektrelevanten Informationen sowie einer automatischen Versionierung. Ein Mitarbeiter kann also eines der verlinkten Dokumente öffnen, editieren und speichern, ohne sich um gleichzeitig stattfindende Änderungen durch andere Mitarbeiter sorgen machen zu müssen. Ähnlich wie bei einem heutigen Software-Versionierungssystem merkt sich das System alle Änderungen mit Zeit, Datum und Mitarbeiter. Sollte es zu Konflikten kommen (z.B. ein gleicher Absatz wurde gleichzeitig editiert und liegt nun in zwei Versionen vor, die sich inhaltlich unterscheiden), können diese erkannt und einfach zurückverfolgt werden, sodass die betroffenen Mitarbeiter die entsprechenden Widersprüche möglichst effizient ausräumen können.

Der OEM gibt nun eine erste grobe Version der Spezifikation an verschiedene Zulieferer aus. Dazu kann ein automatischer Export aus dem Datenbestand durchgeführt werden, der z.B. alle nicht als vertraulich markierten Informationen enthält. Die Daten werden in das Infotainment Specification Format (ISF) exportiert, das im Projekt automotiveHMI entwickelt wurde. Das Format selbst ist offen und



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

erlaubt verschiedenen Herstellern und Firmen die einfache Implementation eigener Tools oder die Integration in bestehende Software-Werkzeuge.

Die Zulieferer verfügen entweder über eigene Werkzeuge zur Analyse der vom OEM ausgegebenen Daten oder haben die Möglichkeit, z.B. einen PDF-Export durchzuführen, um die Informationen in einem Dokumentenformat vorliegen zu haben.

Nachdem der OEM einen oder mehrere Zulieferer ausgewählt hat, kann er aktuellere Versionen auf die gleiche Art exportieren und den Zulieferern zur Verfügung stellen. Im Beispiel sei ein Zulieferer gegeben, der für das HMI-System den Bereich der Head-Unit (zentraler Bedienteil in der Mittelkonsole des Fahrzeugs) fertigen wird, und ein zweiter, der den auf das Kombiinstrument entfallenden Teil des HMI-Systems herstellt. Die Informationen des jeweils anderen Zulieferers sind nur in Teilen für den Zulieferer relevant, weshalb der OEM auf jeden Zulieferer zugeschnittene Daten-Exporte aus dem Datenmodell seiner Spezifikation fahren kann.

Die Zulieferer beginnen mit der Software- und Hardware-Entwicklung und fügen relevante Informationen (von Dokumentation über Quellcode bis zu Hardware-Informationen) in ihren Datenbestand ein. Es ist leicht möglich, die aktuellen Änderungen auf Zuliefererseite zu exportieren und an den OEM zu senden, sodass dieser jederzeit den aktuellen Stand beim Zulieferer vor Augen hat. Das Austauschformat ist explizit dazu gedacht, separat veränderte Modelle leicht ineinander zu integrieren. Der OEM kann also einen einfachen Import in seinen Datenbestand fahren und Zulieferer-Informationen hinzufügen, ohne die eigenen Daten zu verändern oder zu beschädigen.

2.1.4. AP8: Evaluation

Aufgrund eines etwas verzögerten Projektstarts ist auch das Arbeitspaket zur Evaluation der Projektergebnisse verzögert gestartet (4. Quartal 2012). Ziel in AP8 war die Evaluation der Projektergebnisse sowie die enge Verzahnung der projektbegleitenden Evaluation mit den anderen Arbeitspaketen. Insbesondere die Evaluation des in AP3 entwickelten Austauschformats und das Zurückspielen der Evaluationsergebnisse in die Entwicklungsarbeitspakete AP2, AP3, AP6 und AP7 waren wesentliche Kernelemente des Arbeitspaketes.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Für die Evaluation der Projektergebnisse, der Projektdurchführung sowie der projektbegleitenden Tätigkeiten wurde ein umfangreicher Fragebogen ausgearbeitet. Der Fragebogen wurde von jedem Partner separat aufgefüllt und an die unabhängigen Forschungspartner DFKI und Fraunhofer IESE zurückgespielt. Das IESE und das DFKI haben die Ergebnisse der Befragung zusammengeführt und in einem anonymisierten Dokument allen Partnern als Deliverable zur Verfügung gestellt.

Der Fragebogen adressierte neben einer Evaluation der Arbeitspakete im Projekt automotiveHMI auch die Evaluation der weiteren projektbegleitenden Tätigkeiten. Dazu beinhaltete der Fragebogen neben den jeweils gleich aufgebauten Teilen zu den acht Arbeitspaketen weitere Teile, welche der Evaluation der Projektdurchführung, der geleisteten Öffentlichkeitsarbeit, der Standardisierungsaussichten für die Projektergebnisse, der Verwertungsabsichten der Partner und des Doktorandensymposiums dienen.

Der Fragebogen wurde wie auch die Analyse in AP1 gemeinsam von den unabhängigen Forschungspartnern Fraunhofer IESE und dem DFKI ausgearbeitet und der Rücklauf ausgewertet. Die Beantwortung erfolgte jeweils anonym durch jeden Partner separat, sodass unverfälschte Meinungsäußerungen möglich waren. Der Rücklauf der Fragebögen wurde im Zuge der Auswertung anonymisiert, sodass aus dem finalen Deliverable nicht mehr ableitbar ist, von welchem Partner einzelne Aussagen stammen. Zur Wahrung der Unabhängigkeit bei der Auswertung, bearbeitete das Fraunhofer IESE die APs, die durch das DFKI geleitet wurden und umgekehrt.

Um eine Vergleichbarkeit der Organisation der einzelnen Arbeitspakete zu erreichen, beinhalteten die Teile des Fragebogens, die sich auf die APs bezogen, jeweils eine Teilmenge gleichlautender Fragestellungen.

Der Fragebogen bestand aus insgesamt 248 Fragen, wovon sich 103 Fragen auf die projektbegleitenden Arbeiten (Öffentlichkeitsarbeit, Doktorandensymposium usw.) bezogen und 145 Fragen der Evaluation der Arbeiten in den acht Arbeitspaketen dienen.

Die Fragen waren alle über ein Kommentarfeld frei zu beantworten. Zur besseren Auswertbarkeit wurde jedoch ein Großteil der Fragen um eine Auswahl vorgefertigter Antwortmöglichkeiten ergänzt, wobei das Kommentarfeld jeweils zur individuellen Freitextbegründung der Auswahl einer Antwortmöglichkeit diente.

Die Beantwortung des Fragebogens hat viele wichtige Erkenntnisse über das Projekt und die Zusammenarbeit der Partner im Konsortium geliefert. Teilweise konnten die gewonnenen



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Erkenntnisse noch zur Vorhabenslaufzeit in Form von Verbesserungsmaßnahmen in die Arbeitspakete zurückgeführt werden. Neben der eigentlichen Auswertung des Fragebogens wurden darüber hinaus die vielen Anmerkungen, Vorschläge und Kommentare der Partner kondensiert und daraus „best practices“ in Form von Empfehlungen abgeleitet und in einem Katalog zusammengestellt, der in zukünftigen Projekten vergleichbarer Größe und Konstellation der Partner eine wesentliche Hilfestellung bieten kann.

Die anonymisierte, vollständige Auswertung des Fragebogens, eine Zusammenfassung für jeden Teilbereich des Fragebogens und die Zusammenstellung der Best Practices sind als Deliverable veröffentlicht sowie dem Projektträger und der wissenschaftlichen Begleitforschung zur Verfügung gestellt worden.

2.1.5. BA1: Projektmanagement

Das Projektmanagement im Projekt automotiveHMI teilte sich auf in die Gesamtprojektleitung durch den Partner Elektrobit und die wissenschaftliche Koordination durch das DFKI.

Als entscheidungsfähiges Gremium im Projekt wurde ein Lenkungskreis (LK) gegründet und dessen Befugnisse im Konsortialvertrag fixiert. Jeder Partner stellte einen Teilnehmer und einen Vertreter für den Lenkungskreis.

Die Mitglieder des Lenkungskreises vereinbarten persönliche Treffen im Abstand von drei Monaten. Die Anzahl der persönlichen Treffen ist ausreichend gewesen, wie die Evaluation in AP8 zeigte. Die Lenkungskreistreffen wurden inhaltlich durch das Projektmanagement vorbereitet und bei jeweils einem anderen Partner vor Ort ausgerichtet. Zusätzlich zu den persönlichen Treffen wurde in der zweiten Projekthälfte eine regelmäßige Status-Telefonkonferenz eingeführt, die im zweiwöchigen Abstand erfolgte. Das Projektmanagement übernahm die inhaltliche Leitung der Konferenzen und die Protokollerstellung. Insbesondere die Einführung dieser regelmäßigen Status-Telefonkonferenz hat zu einer deutlichen Verbesserung der Projektkommunikation geführt, wie die Evaluation in AP8 ergab.

Zusätzlich zur Leitung der persönlichen Treffen und der Telefonkonferenzen stellte das Projektmanagement einige Software-Werkzeuge für die Projektorganisation zur Verfügung.



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

SVN

Der Partner Elektrobit stellte eine elektronische Versionsverwaltung (SVN) für den Austausch und die Archivierung von Deliverables und Software-Versionsständen zur Verfügung. Die Ablagestruktur innerhalb des SVN wurde während der Projektlaufzeit einmal grundlegend überarbeitet und nach APs und Projektmanagement sortiert, was die Benutzung des Systems vereinfachte. Als problematisch erwies sich der Zugang zu dem SVN-System, da die Sicherheitsrichtlinien vieler Projektpartner den Aufruf eines SVN aus dem firmeneigenen Netz heraus verbieten.

Ticket-System

Der Partner Elektrobit stellte ein elektronisches Ticket-System (Jira) zur Verfügung. Über das Ticket-System konnten die Partner untereinander vereinfacht Aufgaben verteilen, austauschen und den Fortschritt bei der Bearbeitung der Aufgaben mitverfolgen, was die Transparenz der Arbeiten deutlich erhöht hat. Die Anzahl der eingestellten Tickets sowie das Verhältnis offener zu geschlossenen Tickets spiegelte darüber hinaus jeweils deutlich die aktuelle Arbeitsbelastung der Projektpartner wider.

Wiki

Das DFKI legte ein Projekt-Wiki an und pflegte das Wiki über die Projektlaufzeit. In das Wiki wurden die Kontaktdaten aller am Projekt beteiligter Personen eingetragen, sowie Gesprächsprotokolle und weitere interne Projektneuigkeiten fortlaufend aktualisiert. Vor der Einführung des SVN wurde das Wiki zusätzlich zum Austausch von Zwischenständen bei der Bearbeitung von Deliverables genutzt. Mit der Einführung des SVN wurde diese Datenaustauschfunktion nicht weiter genutzt, um redundante Datenhaltung und Wartungsarbeiten zu vermeiden.

Mailinglisten

Das DFKI verwaltete Mailing-Listen unterschiedlicher Granularität. Insgesamt wurden drei Verteilerlisten gepflegt: eine Lenkungs-kreis-Liste mit den Mitgliedern des Lenkungs-kreises, eine Gesamtprojekt-Liste mit allen im Projekt involvierten Personen und eine Liste mit allen im Projekt involvierten Doktoranden zur Organisation des Doktorandensymposiums.

Darüber hinaus übernahm das DFKI im BA1 die Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit. Dazu erstellte und pflegte das DFKI die Projektwebseite, Flyer und weitere Werbematerialien und verfasste mehrere Pressemeldungen. Die während der Projektlaufzeit erstellten



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Werbemedien (Flyer, Poster), alle Erwähnungen des Projekts in der Presse und bebilderte Nachgänge zu öffentlichen Auftritten im Projekt automotiveHMI sind auf der Projektwebseite zugänglich (vgl. Abbildung 4). Die Projektwebseite bleibt auch nach Projektende aufrufbar und wird bei Neuigkeiten weiterhin aktualisiert.

The screenshot shows the website layout for automotiveHMI. On the left is a navigation menu with links like 'Startseite', 'Das Projekt', 'Projektpartner', 'News', 'Veranstaltungen', 'Presse und Publikationen', 'Downloads', 'Kontakt', and 'Intern'. The main content area has a header image of a car interior with the text 'Das Projekt automotiveHMI'. Below this is a section titled 'Das Projekt automotiveHMI' with a detailed description of the project's goals and methods. To the right is a 'News' section with two entries dated 27.09.2013 and 17.09.2013. At the bottom, there are logos for OLKSWAGEN and Audi, along with the Audi slogan 'Vorsprung durch Technik'.

Abbildung 4: Projektwebseite www.automotiveHMI.org

Eine detaillierte Auflistung der öffentlichkeitswirksamen Auftritte im Projekt automotiveHMI ist im nächsten Abschnitt gegeben.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

2.1.6. BA2: Ergebnistransfer in die Wirtschaft über Leitmessen

Das DFKI organisierte mit Unterstützung durch die Partner über die Laufzeit des Projekts mehrere Messeauftritte und öffentliche Status-Meetings. Nachfolgend sind diese Events in chronologischer Reihenfolge jeweils kurz beschrieben.

Auftaktveranstaltung

Am 17. Mai 2011 organisierten die Elektrobit Automotive GmbH und das DFKI gemeinsam die öffentliche Auftaktveranstaltung zum Projekt automotiveHMI im Museum für Maybach-Fahrzeuge in Neumarkt in der Oberpfalz mit Pressevertretern und über 40 geladenen Gästen aus weiteren Unternehmen der Automobilbranche (vgl. Abbildung 5 und 6).



Abbildung 5: Diskussionen zur Projektidee während der Mittagspause



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht



Abbildung 6: Mit über 40 interessierten Teilnehmern wurde die Veranstaltung ein erfolgreicher Auftakt

Internationale Automobilausstellung IAA

Im September 2011 organisierte das DFKI gemeinsam mit Unterstützung der Projektpartner einen Messeauftritt im Projekt automotiveHMI auf der IAA Pkw in Frankfurt am Main (vgl. Abbildung 7). Am Stand wurden aktuelle HMI-Lösungen der Projektpartner als erlebbare Anschauungsobjekte bereitgestellt. Anhand der gezeigten aktuellen Systeme konnten die Probleme bei der HMI-Entwicklung und somit die Zielsetzung des Projekts automotiveHMI dem interessierten Fachpublikum anschaulich erläutert werden. Die Ausstellungsdauer erstreckte sich über zwei Presse- und zwei Fachbesuchertage. Insgesamt ergaben sich über 40 interessierte Industriekontakte. Die gesammelten Kontakte wurden ausgewertet und in einer Datenbank abgelegt, die über den gesamten Projektverlauf kontinuierlich gepflegt und für Einladungen zu öffentlichen Projektinformationsveranstaltungen genutzt wurde.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht



Abbildung 7: Der automotiveHMI-Messestand auf der IAA 2011

Gewinner des 5. NoAE Innovationswettbewerb

Stellvertretend für das Konsortium wurde das DFKI zum Innovationssieger 2011/12 des Network of Automotive Excellence (NoAE) im Bereich „Communication & Mobility“ gewählt. Schirmherr der Veranstaltung war Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler. Die 30-köpfige Jury, bestehend aus namhaften Industrievertretern, wählte das Projekt unter insgesamt 270 Einreichungen aus 39 Ländern aus. Staatssekretär Dr. Günther Horzetzky (Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen), überreichte den Preis im Rahmen der Projektmesse „5th NoAE Project Days“ am 17.04.2012 in Düsseldorf an das DFKI und betonte dabei den innovativen Ansatz des Konzeptes zur Spezifikation automotiver HMI-Systeme. Des Weiteren wurde dem Projekt ein kostenloser Messestand auf den 2-tägigen NoAE Project Days (> 400 internationale Teilnehmer) zur Verfügung gestellt. Hier konnten weitere Kontakte, insbesondere zu europäischen und internationalen Industrieunternehmen geknüpft werden. Insgesamt führte der Event zu 8





automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Pressemeldungen (bspw. carIT, elektroniknet.de, ATZ online, Informationsdienst Wissenschaft).

Automobil Elektronik Kongress

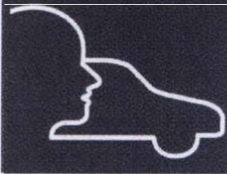
Am 19. und 20. Juni 2012 beteiligte sich das Projekt automotiveHMI organisiert durch das DFKI am 16. Automobil Elektronik Kongress in Ludwigsburg (vgl. Abbildung 8). Der jährlich stattfindende Elektronik Kongress ist eine Fachbesuchertagung. 2012 zeichnete sich die Veranstaltung durch die hohe Themendichte rund um das Feld Infotainment-Systeme und Connectivity aus, sodass eine reihe wertvoller Kontakte zu weiteren Fahrzeugherstellern (BMW, Toyota Deutschland, Volvo Deutschland) und Zulieferern geknüpft werden konnte, was den Bekanntheitsgrad des Projekts automotiveHMI in der Branche weiter gesteigert hat.



Abbildung 8: Hohe Fachpublikumsdichte auf dem Automobil Elektronik Kongress

Internationale Zuliefererbörse IZB

In der Zeit vom 10. bis zum 12. Oktober richtete das DFKI einen Stand für das Projekt automotiveHMI auf der Internationalen Zuliefererbörse (IZB) in Wolfsburg aus (vgl. Abbildung 9). Die IZB ist Europas Leitmesse der Automobilzuliefererindustrie. Auch wenn die Themendichte rund um das Feld Entwicklungsprozesse und Infotainment nicht sonderlich hoch war, konnten die Qualität des Messestandes und die exponierte



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Lage in Halle 1 überzeugen. Erstmals sind darüber hinaus Messekontakte nach eigener Aussage extra des automotiveHMI-Standes wegen zur Messe erschienen. Über 25 neue Kontakte konnten aufgrund des Auftritts auf der IZB der automotiveHMI-Kontaktdatenbank hinzugefügt werden



Abbildung 9: Einige Besucher sind gezielt zur IZB-Messe gekommen, um sich über das Projekt automotiveHMI zu informieren

Öffentliches Statusmeeting

Bei dem Statusmeeting in Frankfurt am Main im „THE SQUAIRE“ am 13. Dezember 2012 wurden erstmals das neue Austauschformat und die Fortschritte des Projekts vor rund 50 Vertretern der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie vorgestellt (vgl. Abbildung 10 und 11). Die Projektpartner demonstrierten unter anderem, wie auf Basis von frühen Entwürfen eines Infotainment-Systems erste lauffähige Prototypen generiert und getestet werden können. Durch die Projektergebnisse wird es zukünftig möglich sein, deutlich früher als bislang im Entwicklungsprozess erste Systementwürfe in erlebbare Prototypen umzuwandeln. Neben den vorgestellten Forschungsprototypen im Bereich der Entwicklungswerkzeuge stellten die Projektpartner Audi und Daimler gemeinsam ihre Arbeiten zum modellbasierten



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Testen anhand eines Testverfahrens vor. Dieses ermöglicht die automatische Erzeugung von Testfällen für die HMI, sodass diese in kürzerer Zeit gründlicher getestet werden können, was vor allem angesichts der stetig zunehmenden Funktionen im Fahrzeug und damit auch der steigenden Komplexität der zukünftigen HMI relevant ist.

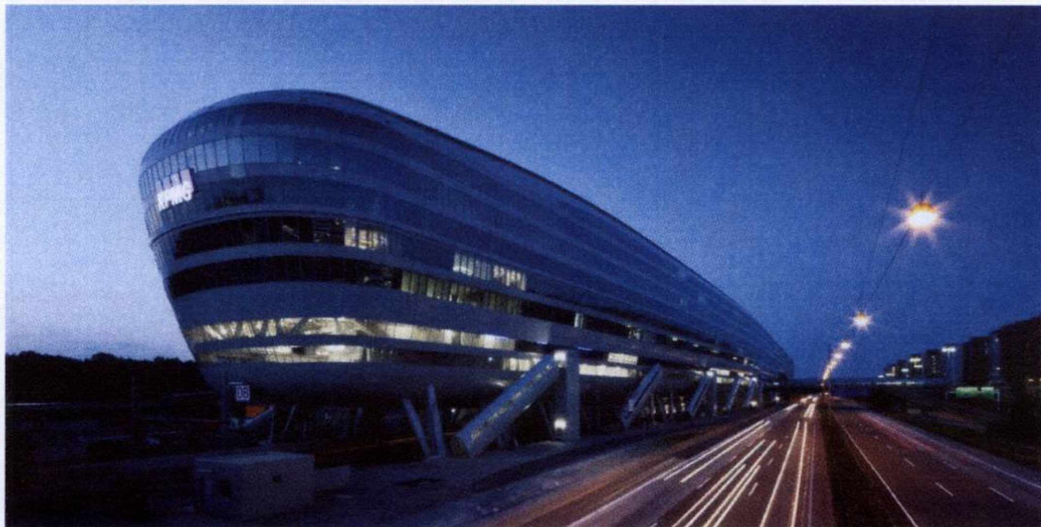


Abbildung 10: THE SQUAIRE in Frankfurt a.M. (Fotografie: HG ESCH)



Abbildung 11: Das Fachpublikum nutzte die Gelegenheit, sich ausgiebig über den Projektfortschritt zu informieren



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Automobil Elektronik Kongress

Am 25. und 26. Juni 2013 beteiligte sich das Projekt automotiveHMI organisiert durch das DFKI wie bereits im Jahr 2012 am 17. Automobil Elektronik Kongress in Ludwigsburg mit einem eigenen Messestand (vgl. Abbildung 12). Die Tagung zeichnete sich auch 2012 durch die hohe Dichte an Fachbesuchern aus, wodurch sich spannende Diskussionen zur Zielsetzung und zum Fortschritt am Projektstand ergaben. Der hohe Wiedererkennungsgrad des Projekts unter den Fachbesuchern belegte die Bekanntheit des Projekts in der Branche.



Abbildung 12: Der Messestand auf dem Automobil Elektronik Kongress

Internationale Automobilausstellung IAA

In der Zeit vom 10. bis zum 13. September war das Projekt automotiveHMI erneut mit einem eigenen Messestand in Halle 4.1 auf der IAA vertreten (vgl. Abbildung 13). Dieser Messeauftritt stellte zugleich den öffentlichkeitswirksamen Höhepunkt im Projekt dar, da auf der Messe dem interessierten Fachpublikum zum ersten Mal alle fertig entwickelten Demonstratoren im gegenseitigen Eingriff präsentiert wurden (vgl. Abbildung 14).



automotiveHMI
Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
Abschlussbericht

So wurde an mehreren Demonstratoren erlebbar präsentiert, wie sich eine optimierte Prozesskette für die Entwicklung automotiver Infotainment-Systeme unter durchgängiger Verwendung des Infotainment Specification Format (ISF) gestalten lässt.

Im Detail erläuterten die Demonstratoren die folgenden Prozessschritte:

- Wie aus ersten Ideen und groben Mockups durch iterative Verfeinerung in einem Tooling aus einer Grobspezifikation eine Feinspezifikation erzeugt wird und wie bereits aus der Grobspezifikation erste einfache Prototypen des spezifizierten Systems generiert werden können
- Wie eine im ISF-Format vorliegende Spezifikation genutzt werden kann, um für ein festzulegendes Test-Ziel die dafür benötigten Testfälle automatisiert generiert werden können und wie basierend auf den Testfällen das fertige Infotainment-System als System-Under-Test automatisiert auf Fehler und Inkonsistenzen überprüft werden kann
- Wie im Gesamtprozess über Im- und Exporter das Spezifikationsmodell erstellt wird und wie Teile der Spezifikation dem Gesamtmodell entnommen werden können und bei erneutem Einfügen automatisch versioniert werden
- Wie aus einer formalen Infotainment-Spezifikation im ISF-Format automatisch Code generiert werden kann, der im Fahrzeug aufgespielt und getestet werden kann



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht



Abbildung 13: Der Messestand auf der IAA mit erstmals allen finalen Demonstratoren



Abbildung 14: Gruppenfoto mit einem Teil des Projektteams, Dr. Tettenborn und Dr. Glasmacher vom BMWi, Herrn Gläßer vom Projektträger DLR und Professor Weber von der Universität Ulm



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

International Conference Automotive Cockpit HMI

Das DFKI zeigte am 26. September 2013 auf der 4th International Conference Automotive Cockpit HMI am Hilton Hotel in Bonn noch einmal die finalen Projektergebnisse anhand mobiler Versionen der IAA-Demonstratoren (vgl. Abbildung 15).



Abbildung 15: In Bonn wurden die Demonstratoren der IAA noch einmal dem Fachpublikum vorgestellt

2.1.7. BA3: Ergebnistransfer in die Forschung über Publikationen und Konferenzen

Als wissenschaftlicher Koordinator im Projekt automotiveHMI hat das DFKI unter der Leitung von Prof. Dr. Gerrit Meixner ein projektbegleitendes Doktorandensymposium gegründet. An dem Symposium nahmen alle Doktoranden teil, die bei den Partnern inhaltlich am Projekt mitwirkten und eine Promotion anstrebten. Ziel der regelmäßigen Treffen war neben der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, der Erfahrungsaustausch, die verbesserte Koordination der inhaltlichen Arbeiten und das Abstimmen der Promotionsvorhaben untereinander, um Gemeinsamkeiten zu nutzen und Themenüberschneidungen zu



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

vermeiden. Von insgesamt neun Projektpartnern waren sieben Partner mit Doktoranden im Symposium vertreten. Das DFKI selbst war neben Herrn Prof. Dr. Meixner als Leiter mit zwei Doktoranden vertreten.

In jedem Projektjahr trafen sich die Mitglieder des Symposiums jeweils dreimal.

Über die Laufzeit des Projekts arbeiteten die Doktoranden zusätzlich an einer gemeinsamen Publikation zum Thema „Past, Present and Future of Automotive HMI Development“. Die umfangreiche, englischsprachige Aufarbeitung der geschichtlichen Entwicklung automotiver Infotainment-Systeme stellt eine in dieser Form bislang einzigartige Informationssammlung dar. Der Beitrag wird im Laufe dieses Frühjahres bei dem renommierten Journal „Interacting with Computers“¹ eingereicht.

Die Evaluation in AP8 ergab, dass das projektbegleitend durchgeführte Doktorandensymposium von allen Partnern sehr gut bewertet und als Empfehlung zur erneuten Durchführung in nachfolgenden Projekten benannt wurde.

Die Teilnehmer am Doktorandensymposium bewerteten die Atmosphäre und allgemein die Möglichkeit zum Austausch der Dissertationsthemen mit den anderen Teilnehmern als besonders positiv. Die Beantwortung ergab auch, dass das Projekt automotiveHMI insgesamt von der Durchführung des Doktorandensymposiums profitiert hat, da die Teilnehmer i.d.R. in die inhaltlichen Aufgaben im Projekt involviert waren und das Symposium den ungezwungenen, fachlichen Austausch ermöglicht und begünstigt hat. Die gemeinsam erarbeitete Publikation wurde von den Teilnehmern als Erfolg für die gute Zusammenarbeit verbucht. Als Verbesserungsvorschlag wurde die Erstellung mehrere Teilpublikationen über die Projektlaufzeit vorgeschlagen, um die Sichtbarkeit der Arbeit des Doktorandensymposiums über die Vorhabenslaufzeit zu verbessern. Als Organisationsform hat sich das Ausrichten eines ganztägigen Workshops im Abstand von 3 Monaten jeweils bei einem anderen Partner bewährt und wurde von allen Teilnehmern positiv bewertet.

Eine Liste der im Rahmen des Projekts entstandenen Publikationen mit Beteiligung des DFKI ist in Abschnitt 2.6 gegeben.

¹ <http://iwc.oxfordjournals.org/>



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

2.2. Wichtigste Position des zahlenmäßigen Nachweises

Im Projekt automotiveHMI stellten für das DFKI, wie auch für alle weiteren Partner, die Personalkosten die wichtigste Position des zahlenmäßigen Nachweises dar. Eine genaue Aufschlüsselung dieser Position kann dem zahlenmäßigen Nachweis des DFKI zum Projekt automotiveHMI entnommen werden.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Der Verlauf der Arbeiten des Partners DFKI im Projekt automotiveHMI entsprach der in der Beantragung vorgesehenen Planung. Kleinere organisatorische Anpassungen im AP3, bedingt durch einen leicht verzögerten Projektstart, wurden im Lenkungskreis besprochen und abgestimmt. Alle im Arbeitsplan formulierten Aufgaben wurden jeweils erfolgreich bearbeitet und es waren keine zusätzlichen Ressourcen für das Projekt nötig.

2.4. Voraussichtlicher Nutzen

Eine Erhebung der Verwertungsabsichten der Partner im Rahmen der Projektevaluation in AP8 ergab, dass mit der Teilnahme an dem Forschungsvorhaben sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Verwertungsabsichten verfolgt wurden. Erste nicht-monetäre Verwertungsabsichten konnten bereits erfüllt werden. Hierzu zählen für das DFKI insbesondere der Aufbau eines guten und weitreichenden Kontaktnetzwerkes in der Automobilindustrie sowie der Erfahrungsgewinn durch die praktische Anwendung von Requirements- und Usability-Engineering-Methoden auf operativer Ebene.

Für das DFKI besteht ein weiterer Nutzen in der Tatsache, dass mit dem Projekt automotiveHMI ein belastbarer Anwendungsfall für die modellbasierte Entwicklung von grafischen Benutzungsschnittstellen geschaffen wurde. In diesem Forschungsbereich wurden im Vorfeld des Projekts durch das DFKI umfangreiche Vorarbeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Grundlagenforschung geleistet. Hierbei gewonnene Erkenntnisse und Erfahrungen konnten erfolgreich in das Projekt automotiveHMI eingebracht werden und wurden in der Folge mit den Anforderungen aus der unternehmerischen Praxis konfrontiert. Das Projekt automotiveHMI ermöglichte somit für das DFKI einen wichtigen Erkenntnisgewinn einerseits bzgl. des in der Praxis tatsächlich aktivierbaren Potenzials modellbasierter Entwicklungsansätze und andererseits bzgl. neuer Problemfelder für den praktischen Einsatz der Forschungsergebnisse. Insbesondere aus den identifizierten



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Problemfeldern kann das DFKI neuen Forschungsbedarf ableiten und belastbar belegen, was die Grundlage für die Beantragung neuer Forschungsprojekte bildet. Teile des identifizierten Forschungsbedarfes nutzt das DFKI bereits für die Beantragung eines Nachfolgeprojekts zu automotiveHMI, in dem gemeinsam mit einigen neuen und vielen vorhandenen Partnern aus automotiveHMI die gemeinsame Weiterentwicklung der Projektergebnisse geplant ist.

Ein weiterer nicht direkt monetärer Nutzen, den das DFKI aus dem Projekt automotiveHMI zieht, ist der hohe Bekanntheitsgrad des Projekts sowie des frei verfügbaren Austauschformats ISF. Sowohl das Projekt als auch das Austauschformat sind inzwischen konnotativ mit dem DFKI verknüpft. Dieser Zugewinn an Reputation und Bekanntheit ist für die Beantragung sowohl öffentlich geförderter als auch industrieller Forschungsprojekte für das DFKI von großem Nutzen. So konnte das DFKI durch die neu geknüpften Kontakte in die Automobilindustrie bereits 2012 ein größeres Industrieprojekt im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion bei einem Fahrzeughersteller akquirieren.

Das Projekt automotiveHMI war außerdem das erste Projekt, in dem das DFKI als wissenschaftlicher Koordinator ein projektbegleitendes Doktorandensymposium gegründet und geleitet hat. Die Leitung des Symposiums hat dem DFKI und der Projektleitung einen wichtigen Erfahrungszuwachs ermöglicht. Durch die intensive Zusammenarbeit mit den Doktoranden der anderen Projektpartner sind während des Projekts mehrere Publikationen und Dissertationen mit Bezug zum Projekt automotiveHMI entstanden. Der Austausch untereinander und die regelmäßige fachliche Durchsprache der Promotionsthemen im Rahmen des Konsortiums stellten eine wichtige Unterstützung nicht nur für die Teilnehmer des DFKI dar. Da auch das Projekt automotiveHMI insgesamt von dem fachlichen Austausch der Symposiumsteilnehmer profitierte, wird das DFKI das Doktorandensymposium in zukünftigen Verbundprojekten als projektbegleitendes Instrument erneut durchführen.

Monetärer Nutzen resultiert vor allem aus den zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten, die sich für das neue Austauschformat ISF ergeben. So ist es beispielsweise über das Format ISF die Grundlage geschaffen worden, eine durchgängige Werkzeugkette für die Spezifikation und Generierung automotiver Benutzungsschnittstellen aufzubauen. Mittels geeigneter Software-Werkzeuge, wie sie im Projekt bereits prototypisch realisiert wurden, können aus der Spezifikation eines Infotainment-Systems automatisiert erlebbare Prototypen generiert werden. Die in dem Format erstellten Spezifikationen können automatisiert auf Inkonsistenzen überprüft werden und beinhalten eine Versionierung. Dadurch entfällt die



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

aufwändige manuelle Überprüfung einer Spezifikation und Unterschiede zwischen verschiedenen Versionsständen einer Spezifikation können automatisiert aufgezeigt werden.

Der größte monetäre Nutzen der Projektergebnisse liegt voraussichtlich in der Effizienzsteigerung beim Testen der Infotainment-Systeme. Statt wie bislang Testfälle manuell auf Basis papierbasierter Spezifikationen ausarbeiten und abarbeiten zu müssen, ist mit den Projektergebnissen erstmals ein hoher Automatisierungsgrad möglich. Das Spezifikationsmodell kann in ein Testmodell transformiert werden, aus dem dann eine automatisierte Ableitung aller relevanten Testfälle für ein zuvor festgelegtes Testziel möglich ist. Hinsichtlich der Auswahl relevanter Testziele haben die im Projekt erfolgten Analysen der bei der Entwicklung vergangener Infotainment-Generationen aufgetretenen Fehlerarten einen wichtigen Nutzen geliefert.

Diese und weitere Vorteile, die das neu entwickelte Austauschformat bietet, adressieren im Wesentlichen alle im Rahmen der Analyse im AP1 identifizierten Effizienzblocker bei der automotiven HMI-Entwicklung. Um das Optimierungs- und Einsparpotenzial der Projektergebnisse für die Infotainment-Systementwicklung jedoch tatsächlich möglichst vollständig aktivieren zu können, ist es Notwendigkeit, die Akzeptanz für das Austauschformat in den Firmen abteilungsübergreifend weiter zu steigern und eine geeignete durchgängige Tool-Unterstützung aufzubauen und diese in den Entwicklungsprozessen der Partner zu etablieren.

2.5. Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während des Vorhabens ist den Projektpartnern kein neuer Fortschritt im Bereich der modellbasierten Spezifikation von Infotainment-Systemen bekannt geworden. Allerdings haben die Infotainment-Systeme der Hersteller teilweise deutliche Erweiterungen erfahren.

Im Projekt automotiveHMI erfolgte bei der initialen Anforderungserhebung aus Komplexitätsgründen bewusst ein Einfrieren der Anforderungen auf den zu Projektbeginn verfügbaren Funktionsumfang automotiver Infotainment-Systeme. Ferner konzentrierte sich die Anforderungserhebung nur auf die grafische Benutzungsschnittstelle der sogenannten Head-Unit. Weitere im Auto verbaute Displays (bspw. Kombi-Instrument), weitere nicht-grafische Benutzungsschnittstellen (bspw. Sprachbenutzungsschnittstellen) und flexible Erweiterungen des HMI (bspw. durch die Integration eines Tablets in das bestehende HMI) wurden nicht berücksichtigt.



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

Getrieben durch den Markt für elektronische Konsumgüter unterliegt auch der Markt für automotive Infotainment-Systeme einem raschen Wandel. Seit dem Projektbeginn von automotiveHMI haben moderne Infotainment-Systeme einige grundlegende Erweiterungen erfahren, denen in zukünftigen Generationen noch größere Bedeutung zuteilwird.

Hierzu zählen insbesondere die folgenden Punkte:

- **Verteilte Anzeigesysteme**

Die steigende Zahl von Anzeigeflächen in modernen Fahrzeugen führt zu neuen Herausforderungen bei der Spezifikation des Infotainment-Systems (Head-Unit, Kombi-Instrument, HeadUp-Display, Rear-Seat-Infotainment, Anzeige angeschlossener externer Geräte). Die auf den verschiedenen Anzeigeflächen dargestellten Informationen stehen in Abhängigkeit zueinander und eine Bedienung durch die Fahrzeuginsassen kann sich auf mehrere Anzeigesysteme auswirken bzw. gegenseitig beeinflussen. Hierdurch werden die Komplexität der zugrundeliegenden Zustandsmaschinen und deren Vernetzung untereinander stark anwachsen.

- **Aufwendige grafische Gestaltung**

Aus der Marktforschung und den Designabteilungen kommend werden verstärkt komplexe Darstellungsformen für das Infotainment-System umgesetzt. Menüs und Animationen in neuen Infotainment-Systemen bestehen teilweise aus umfangreichen 3D-Darstellungen mit Licht- und Schatteneffekten sowie Tiefenwirkung. Um solche Inhalte sicher und automatisiert prüfen zu können, aber auch zur detaillierten Spezifikation in einem Lastenheft, ist es notwendig, solche Inhalte zumindest in Teilen formal beschreiben zu können. Hier besteht bislang noch keinerlei Lösungsansatz.

- **Wachsende Bedeutung Multimodaler Systeme**

Während die Spracherkennung immer robuster wird, drängen bereits neue Modalitäten in Richtung Fahrzeugintegration. Möglichkeiten zur Gestenerkennung und Augmented Reality-Darstellungen werden die Komplexität zukünftiger Infotainment-Systeme stark erweitern. Bereits zum Spezifikationszeitpunkt gilt es daher sicherzustellen, dass das finale System jederzeit über alle unterstützen Modalitäten gleich gut zu bedienen ist und die Modalitäten nicht gegenseitig kollidieren oder widersprüchliche Fehlerkennungen provozieren.



automotiveHMI
 Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

- **Einbindung externer Inhalte**

Infotainment-Systeme werden zukünftig über Inhalte verfügen, die unabhängig von einer Anbindung des Autos an das mobile Internet jederzeit zur Verfügung stehen (Kern-System). Darüber hinaus werden die Systeme aber auch nachladbare Inhalte integrieren können, die situativ bedingt und an das Internet geknüpft hochdynamische Informationen und Dienste bereitstellen. Wie sich solche nachladbaren Inhalte bzgl. ihrer Benutzungsschnittstelle in das Kern-System zu integrieren haben, muss bereits zum Entwicklungszeitpunkt spezifiziert werden.

Der aus den genannten Punkten resultierende Forschungs- und Erweiterungsbedarf für die Projektergebnisse aus automotiveHMI ist Bestandteil der Zielsetzung für ein in der Beantragung befindliches Folgevorhaben

2.6. Veröffentlichungen

Im Folgenden sind alle Vorträge und Veröffentlichungen, an denen das DFKI beteiligt war, aufgelistet.

2.6.1. Vorträge

2011

- Vortrag auf dem „International Workshop on Multimodal Interfaces for Automotive Applications“ am 14. Februar 2011 in Palo Alto (CA), USA
- Vortrag auf der 53. Fachausschutzsitzung DGLR L6.4 Anthropotechnik am 27. und 28. Oktober 2011 in Neu-Isenburg
- Vortrag am EB Guide Users Day am 20. Oktober 2011 in Erlangen
- Vortrag auf der VDI/VDE AUTOREG Konferenz am 22. November 2011 in Baden Baden

2012

- Eingeladener Vortrag am Clemson University International Center for Automotive Research am 2. Februar 2012 in Greenville (SC), USA
- Eingeladener Vortrag auf der HMI Transport & Systems 2012 am 25. Juni 2012 in Berlin



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

- Eingeladener Vortrag auf der AUTOMECHANIKA 2012 am 11. September 2012 in Frankfurt am Main
- Eingeladener Vortrag auf der Communication World 2012 am 9. Oktober 2012 in München

2013

- Vortrag auf der Konferenz Human Computer Interaction International am 24. Juli 2013 in Las Vegas (NV), USA
- Vortrag auf dem IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems am 14. August 2012 in Las Vegas (NV), USA
- Vortrag auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. am 19. September 2013 in Koblenz
- Eingeladener Vortrag auf der 4th International Conference Automotive Cockpit HMI am 26. September in Bonn

2.6.2. Veröffentlichungen

2011

- Kümmerling, Moritz; Meixner, Gerrit: Model-Based User Interface Development in the Automotive Industry. In: Proceedings of the 3rd International Workshop on Multimodal Interfaces for Automotive Applications. International Workshop on Multimodal Interfaces for Automotive Applications (MIAA-11), located at in conjunction with IUI 2011, Palo Alto (CA), USA, ACM, 2011
- Kümmerling, Moritz; Meixner, Gerrit: Modellbasiertes Austauschformat zur optimierten HMI-Entwicklung. In: Artikel in der Zeitschrift ATZ elektronik, Ausgabe 04/2011
- Orfgen, Marius; Kümmerling, Moritz; Groß, Anne; Eisenbarth, Michael; Klaus, Alexander; Nägele, Frank; Maier, Andreas; Meixner, Gerrit: Interdisziplinäre modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich. In: DGLR-Bericht 2011-01, 53. Fachausschusssitzung Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal-Oberth e.V., S. 229-242, Neu-Isenburg, Deutschland, 2011



automotiveHMI

Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
 Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
 Abschlussbericht

2012

- Kümmerling, Moritz; Orfgen, Marius; Meixner, Gerrit: Always in Touch. In: Zeitschrift Elektronik automotive, Ausgabe 02/2012
- Hess, Steffen; Gross, Anne; Maier, Andreas; Orfgen, Marius; Meixner, Gerrit: Standardizing Model-Based IVI Development in the German Automotive Industry. Beitrag auf der 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, Portsmouth NH, October 17th – 19th 2012
- Orfgen, Marius; Kümmerling, Moritz; Meixner, Gerrit: Analyse von Modellierungssprachen für Infotainmentsysteme. In: Reiterer, H. & Deussen, O. (Hrsg.): Mensch & Computer 2012 – Workshopband: interaktiv informiert – allgegenwärtig und allumfassend!?. München: Oldenbourg Verlag, 2012
- Meixner, Gerrit; Orfgen, Marius; Kümmerling, Moritz: automotiveHMI – Model-Based In-Vehicle Infotainment Description as a Stepping Stone for the Integration of Car and Web, In: W3C Web and Automotive Workshop, 2012

2013

- Decker, Björn; Orfgen, Marius: Integration of User Interface, Middleware, and Services in Automotive IVI Systems, In: Informatik 2013. 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt. 16.-20. September 2013, Koblenz, 2013
- Meixner, Gerrit; Orfgen, Marius; Kümmerling, Moritz: Evaluation of User Interface Description Languages for Model-Based User Interface Development in the German Automotive Industry. In: Kurosu, M. (Hrsg.). Human-Computer Interaction. Human-Centred Design Approaches, Methods, Tools, and Environments. Human Computer Interaction International Conferences (HCI), 15th, July 21-26, Las Vegas, NV, USA. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 8004, Springer, Berlin, New York, 2013



automotiveHMI
Modellgetriebene HMI-Entwicklung im Automobilbereich
Teilvorhaben Modellierungssprache und Evaluation
Abschlussbericht

3. Berichtsblatt

Siehe entsprechende Anlage

4. Document Control Sheet

Siehe entsprechende Anlage

Kaiserslautern, den 16. Januar 2014

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Detlef Zühlke