



EffizienzCluster
LogistikRuhr

Abschlussbericht zum Verbundprojekt
smaRTI – Smart Reusable Transport Items

im Leitthema
Wandelbare Logistiksysteme

Ersteller
Fraunhofer IML

Laufzeit
vom 01.06.2010 bis 30.04.2014

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IC10L10A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Inhaltsverzeichnis

I. Kurze Darstellung	2
1 Aufgabenstellung	3
2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	5
3 Planung und Ablauf des Vorhabens	7
4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	12
4.1 Kommunikation	12
4.2 Energieversorgung	13
4.3 Ladungsträgermanagement und Steuerung	14
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	15
 II. Eingehende Darstellung	 18
6 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse	18
6.1 Arbeitspaket 0	18
6.2 Arbeitspaket 1	19
6.3 Arbeitspaket 2	21
6.4 Arbeitspaket 3	22
6.5 Arbeitspaket 4	25
6.6 Arbeitspaket 5	26
6.7 Arbeitspaket 6	27
6.8 Arbeitspaket 7	28
7 Erläuterungen zum zahlenmäßigen Nachweis	30
8 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	31
9 Nutzen des Projektes	32
10 Fortschritte und Entwicklungen auf dem Gebiet des Projektes bei anderen Stellen	38
11 Veröffentlichungen	39

I. Kurze Darstellung

Der EffizienzCluster LogistikRuhr ist ein Großforschungsvorhaben mit dem Sinn regionale und strategische Partnerschaften zu fördern. Der EffizienzCluster LogistikRuhr läuft entlang der gesamten Wertschöpfungskette und unterstützt die internationale Vermarktung von Innovationen. Er umfasst insgesamt drei zentrale Herausforderungen, und zwar der Schonung von Umwelt und Ressourcen, der Wahrung von Individualität und der Sicherung urbaner Systeme. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine Vielzahl von Projekten ins Leben gerufen und schlussendlich auch realisiert. Der Ausbau des EffizienzClusters wurde durch die Initiierung von neuen Projekten und durch die Vernetzung mit thematisch ähnlichen Initiativen und Projekten vorangetrieben. Ebenso wurde die Platzierung und Verbreitung der Marke „EffizienzCluster LogistikRuhr“ national und international vorangetrieben, so dass die Besetzung der Leitthemen als „Trendführer“ eine wichtige gesellschaftliche Rolle spielt.

Das Projekt smaRTI ist eines von den Projekten des EffizienzCluster LogistikRuhr und trägt in seinem Umfang entscheidend zur Clusterstrategie bei. Zum einen trägt es die Vision des EffizienzCluster LogistikRuhr weiter. Innovationen in der Logistik werden durch Forschung, Entwicklung und Kooperation vorangetrieben. Die Technologieführerschaft in der Logistik wird weiter ausgebaut und intelligente Lösungen für individuelle Logistik werden durch smaRTI weiterentwickelt. SmaRTI trägt zur Stärkung der Wettbewerbsposition der Partner und der Clusterregion LogistikRuhr bei und gewährleistet eine bessere Vernetzung der Partner und fördert mehr Interdisziplinarität.

Die moderne Logistik sieht sich einer Vielzahl von tiefgreifenden Herausforderungen gegenüber, wie beispielsweise reduzierten Produktlebenszyklen, gesteigener Prozessorientierung und einem wachsenden Bewusstsein für nachhaltiges Handeln. Im Zuge dieser Veränderungen vergrößert sich auch die gesamte Komplexität, sowie der Mangel an Transparenz bei der Verfolgung von Güterströmen. Um diesen Herausforderungen proaktiv zu begegnen, wurde im Juni 2010 unter der Führung des Fraunhofer Instituts für Materialfluss und Logistik das Verbundvorhaben Smart Reusable Transport Items, kurz smaRTI, initiiert. Im Rahmen dieses Projekts entwickelten die in unterschiedlichsten Bereichen angesiedelten Projektpartner einen Branchen- und Supply-Chain-übergreifenden Ansatz für einen intelligenten Materialfluss.

SmaRTI schafft eine neue Qualität logistischer Dienste durch die Kombination von automatischen Identifikationstechnologien, kurz: AutoID Technologien, und den Prinzipien vom Internet der Dinge. Zielvorhaben hierbei war es, komplexe Güterströme anhand der eingesetzten Ladehilfsmittel nachzuverfolgen und so eine umfassende Transparenz über die gesamte Lieferkette zu schaffen. Hierfür werden mittels Radio Frequenz Identifikation, kurz RFID, die ge-

neuen Standorte der Ladungsträger, und somit auch der auf ihnen transportierten Waren entlang der Supply Chain in Echtzeit erfasst. Es wurde von Anfang an eine branchenübergreifende Lösung angestrebt, die auf den unterschiedlichsten Ladungsträgern funktioniert und Ladungsträger intelligent macht.

Durch die kontinuierliche Erfassung der Standorte kann nicht nur die einzelne Palette verfolgt werden. Mittels Aggregation und Auswertung der gewonnenen Daten können Warenströme sichtbar gemacht und Engpässe identifiziert werden. Durch die Gewinnung und Auswertung der Daten, in Echtzeit sowohl als auch im Nachhinein, können Warenströme ad-hoc kontrolliert und gesteuert werden. Da diese Entwicklungen auf dem Ansatz des »Internets der Dinge« beruhen, suchen sich die Objekte in diesem Projekt selbst ihren Weg durch das logistische Netzwerk. Die intelligenten Ladungsträger finden ihr Ziel nahezu automatisch und wählen in Engpasssituationen automatisch alternative Routen.

Die Erfassung der Daten erfolgt auf Basis einer standardisierten Softwarearchitektur für Auto-ID-Technologien. Diese Standardarchitektur stellt ein Novum in der Welt der Ladungsträgermanagementsysteme dar und macht smaRTI somit zu einem ersten Schritt in Richtung der Entwicklung modularer Softwaresysteme.



Abbildung 1: Offizielles smaRTI Projektlogo

1 Aufgabenstellung

Ladungsträger (kurz: LT) stellen die wichtigste Ressource der Logistik dar. Die gesamte logistische Wirtschaftsleistung basiert auf dem physischen und tagtäglichen Einsatz von Paletten, Behältern und Containern. Neben der inkrementellen und essentiellen Funktion in der Logistik besitzen Ladungsträger allein in Deutschland ein erhebliches Umlaufvermögen von mehreren Milliarden Euro. In Kombination mit funkbasierten Technologien und dem Konzept des Internets der Dinge, sowie neuartigen Materialfluss- und Handhabungstechniken, entstehen durch smaRTI, also smart reusable transport items, völlig neue Freiheitsgrade für wandelbare, intelligente und serviceorientierte Logistiksysteme. Durch die Möglichkeit, zusätzliche Informationen und Intelligenz am Objekt zu integrieren entsteht eine Philosophie logistischer Organisation, die sich maßgeblich auf alle Nutzer logistischer Leistungen auswirkt. Der intelligente Ma-

terialfluss, in dem sich Gegenstände durch Kommunikation und Interaktion untereinander und mit ihrer Umwelt selbstständig durch ein weltweites Logistiknetz navigieren, schafft eine neue Qualität logistischer Dienstleistung und eine Vielzahl von vermarktungsfähigen Produkten, die im Verbundprojekt smaRTI forciert werden.

Innerhalb von smaRTI wurde mit den größten Branchentreibern aus Handel, Fast-moving consumer goods (FMCG) und Luft das Vorhaben revolutioniert, intelligente Ladungsträger zu entwickeln. Dadurch wurde eine Richtlinienkompetenz im Cluster ermöglicht. Zu diesen Branchentreibern gehören für smaRTI die Unternehmen Deutsche Post AG, Lufthansa Cargo AG und die Rewe Group. Dabei wurden unter anderem neuartige Entwicklungen von Mobiltelefonherstellern, Nokia, Sony Ericsson und Apple, im Bereich der Near Field Communication Technologie (kurz: NFC) mit dem Logistikstandard der Funkidentifikation (Gen2) kombiniert, um einen tatsächlichen Breitereffekt in der Branche zu ermöglichen und eine weltweite Nutzbarkeit zu gewährleisten. Dank dieser Verknüpfung können neue Mehrwertdienste mittels Schnittstellen zu mobilen Endgeräten auch für den Menschen im System nutzbar gemacht werden. Diese Lösungen bieten nicht nur eine neue Qualität der Steuerung und Optimierung, sondern auch bedeutende Potenziale zur Ressourcenschonung. Letztendlich kann mit neuen Möglichkeiten der Kommunikation und Vernetzung die Versorgung der Gesellschaft mit Waren und Dienstleistungen zukünftig effizienter erfüllt werden. Die branchenübergreifende Integration umfasst mehrere Verpackungshierarchiestufen. Es werden, gezeigt in Abbildung 3, Behälter (Post), Paletten (Handel) und Luftfrachtpalette (Air Cargo) betrachtet, mit einer Abwärtskompatibilität der eingesetzten Informations- und Kommunikations-Technologien (sogenannte IuK-Technologien). Die unterschiedlichen Ladungsträger verlangen einen gemeinsamen Branchenstandard, der durch drei wesentliche Projektergebnisse angestrebt werden:

1. **Intelligente Transport-Betriebsmittel** für das gesamte deutsche Briefpostnetzwerk. Für die Brieflogistik werden diese zukünftig nicht nur funkbasiert identifizierbar, sondern können auch mit klassischen Mobilfunkgeräten in Filialen programmiert werden und dienen somit der Steuerung der logistischen Abläufe innerhalb von Briefzentren.
2. **Intelligente Luftfrachtpaletten** sind bei 400 Standorten weltweit im Einsatz. Sie liefern omnipräsent Informationen über Ort, Ware und Umgebung. Die Lufthansa Cargo AG (LCAG) kann zukünftig ihre Relationen und Flüge für Frachten auf Basis von weltweit vernetzten, energieautarken Ladungsträgern optimieren.
3. **Intelligente Paletten** mit neuartiger, bistabiler Radiofrequenz- und IT-Infrastruktur, die deutschlandweit im Netzwerk der Rewe Group automatische Materialflüsse über

die gesamte Supply Chain steuern. Die Rewe Group wird durch neuartige Lokalisierungs- und Identifizierungsmöglichkeiten auf Basis intelligenter Objekte die Liefergeschwindigkeit im Netzwerk und die Wertschöpfung im Sinne der Kundenzufriedenstellung weiter steigern.



Abbildung 2: die in smaRTI revolutionierten Ladungsträger

2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Internet der Dinge, insbesondere durch Kombinationen mit RFID, machte 2010 schätzungsweise rund acht Prozent der deutschen Bruttowertschöpfung im produzierenden Gewerbe, Handel, Verkehr und bei privaten wie öffentlichen Dienstleistern aus. Der RFID-Umsatz wird bei jährlichen Wachstumsraten von 25 Prozent bis zum Jahr 2016 auf circa 16 Milliarden Euro ansteigen. Der generierte Umsatz durch smaRTI beträgt innerhalb der Projektpartner 35 Millionen Euro pro Jahr. Insgesamt können in Deutschland über 150 Millionen Euro Umsatz im Jahr erzielt werden.¹

In zahlreichen Branchen werden Mehrwegbehälter eingesetzt, klassischerweise für den Warentransport und die Warensicherung. Somit sind Ladungsträger in vielen Unternehmen omnipräsent und stellen eine der wichtigsten Ressourcen für reibungslose Prozessabläufe dar. Von daher ist es erstaunlich, dass Ladungsträger-Kreisläufe häufig noch nicht systematisch geplant, gesteuert und überwacht werden. Stattdessen werden in vielen Supply-Chains große Behälterbestände aufgebaut, mit dem Grund, genügend Behälter, wenn sie benötigt werden, zur Verfügung stehen zu haben. Dies hat jedoch eine unnötig hohe Kapitalbindung zur Folge und meist kann trotzdem nicht die gewünschte Versorgungssicherheit gewährleistet werden. Die in smaRTI gewonnenen Erkenntnisse sollen diese Systeme nachhaltig verbessern und die Planung und (Selbst-)Steuerung „wandelbar“ gestalten. Des Weiteren wurde und wird das

¹ 5. ePerformance Report 2009, BMWI

Potential der Ladungsträger zur Steuerung ganzer Supply Chains noch nicht erkannt und genutzt.

Basierend auf den Grundlagen der verfügbaren und entwickelbaren Technologie lag es zu Projektbeginn von smaRTI nahe, den Ladungsträger um eine „Intelligenz“ zu erweitern, die es ermöglicht, die auf ihm befindliche Ware zu verfolgen. Der Nutzen hierfür ist deutlich erkennbar: wiederverwendbare Ladungsträger fließen Kreisläufen, im Gegensatz liegt Produktverpackung zumeist das Einwegprinzip zugrunde, sie werden also später entsorgt. Der Einsatz teurer Technologie auf der Produktverpackung ist aus diesem Grund nicht wirtschaftlich. Der Ladungsträger ist aufgrund seiner Wiederverwendung somit ein sehr gut geeignetes Trägermedium für neue Technologien zum Einsatz in der Logistik. smaRTI setzt dieses Prinzip branchenübergreifend und standardkonform um. Anhand dreier Pilotbranchen, der Konsumgüterindustrie, der Luftfracht und dem Briefpostgeschäft, werden drei unterschiedliche Klassen von Ladungsträgern und Branchenarten adressiert.

Im Vorlauf zum smaRTI-Projekt wurden bereits mehrere Vorversuche mit den Projektpartnern in Form von machbarkeitsprüfenden Pilotprojekten durchgeführt. Hierbei ist insbesondere ein Projekt mit Rewe, Coca-Cola und dem Fraunhofer IML zu erwähnen, bei denen Paletten über das sogenannte Slap-and-Ship-Verfahren mit RFID-Transpondern ausgestattet wurden. Dazu wurden die Barcodes der NVE (Nummer der Versandeinheit) mit einem Handheld ausgelesen und auf einen RFID-Tag geschrieben. Dieser wurde dann mit der entsprechenden NVE verknüpft. Durch die gewonnenen Erkenntnisse des lediglich mit Rewe und Coca-Cola durchgeführten Projekts wurde die Problematik der Übertragbarkeit auf andere Unternehmen deutlich. Die erste Erkenntnis wurde gewonnen, dass zu einer erfolgreichen Umsetzung eines Projekts dieser Art die Handelsdomäne einen übergreifenden Standard benötigte. Daher sollte im Zuge vom Projekt smaRTI eine neuartige, intelligente Vernetzung von Ladungsträgern in den Branchen Luftfracht, Briefpost und Handel entwickelt werden.

Die acht Projektpartner stellen eine repräsentative Auswahl der smaRTI-Interessengruppen dar. Jeder dieser Partner konnte mit seinem umfangreichen Wissen und den branchenbezogenen Erfahrungen und individuellen Business-Anforderungen zum Erfolg von smaRTI beitragen. Die Projektpartner waren aus der Industrie MARS, Infineon, Lufthansa Cargo, Rewe, Deutsche Post DHL und CHEP. Seitens der Forschung waren die Technische Universität Dortmund und das Fraunhofer IML beteiligt.



Abbildung 3: Projektpartner im Verbundvorhaben smaRTI

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt startete am 24. Juni 2010 mit einem offiziellen smaRTI Kick-Off-Treffen. Der Projektverlauf wurde auf dreieinhalb Jahre, bis zum 31.12.2013, angesetzt. Somit hatte das smaRTI-Projekt eine Gesamtlaufzeit von 42 Monaten. Gegen Ende des Projektverlaufes wurde eine kostenneutrale Verlängerung von 4 Monaten beantragt, so dass smaRTI im Endeffekt 46 Monate andauerte. Der kostenneutralen Verlängerung von 4 Monaten für smaRTI wurde stattgegeben.

Wichtig für die Durchführung des Projektes waren regelmäßige Treffen und Absprachen, um sicherzustellen, dass alle Projektpartner über die aktuellen Entwicklungen informiert wurden, Austausch gewährleistet wurde und, dass alle Projektpartner ihr spezielles Wissen und Können gezielt einsetzen konnten, um so zu dem gewünschten Zielen von smaRTI beizutragen und dieses zu erreichen. Somit wurden halbjährlich *Gesamtkonsortialtreffen* durchgeführt. Zudem wurde im zweimonatlichen Abstand vom Fraunhofer IML das smaRTI *Marketing-Treffen* organisiert, bei welchem Messeauftritte, Vorträge und Veröffentlichungen koordiniert wurden. Des Weiteren wurde die sogenannte *smaRTI Usergroup* (ursprüngliche Bezeichnung: Stakeholdergruppe) gegründet, für die ebenfalls Treffen organisiert wurden.

Die Gesamtkonsortialtreffen fanden abwechselnd bei einem der Projektpartner statt. Insbesondere durch diese Treffen wurde der präzise Kooperations- und Informationsaustausch sichergestellt. Beim ersten offiziellen Gesamtkonsortialtreffen, dem smaRTI Kick-Off-Treffen, wurde von den Projektteilnehmern die besondere Herausforderung der branchenübergreifenden technischen Entwicklung beschrieben. Die Partner haben die Organisationsstruktur einer Feinplanung unterzogen. Bei diesem Treffen wurden die Grundsteine für weitergehende Treffen gelegt.

Die Arbeiten für smaRTI teilten sich in acht Arbeitspakete auf. Während der Laufzeit wurden alle Arbeitspakete bearbeitet. Im Vergleich zur Antragsstellung ergaben sich die in diesem Bericht beschriebenen Verschiebungen bzw. Änderungen. Der Zwischenstand des Projektes

wurde zu gesetzten Terminen in der Form eines schriftlichen Projektberichtes seitens des Fraunhofer IML in der Funktion als zentrale Projektleitung bekannt gegeben. Der Bericht orientierte sich an den acht essentiellen Arbeitspaketen des smaRTI Projektes. Die Arbeitspakete waren konkret die Folgenden:

- 0. Projektleitung
- 1. Architektur
- 2. Software, Services und Orchestrierung
- 3. Schnittstellen und Protokolle
- 4. Energie und Identifikation
- 5. Hardware- und Chipentwicklung
- 6. Anforderungen und Validierung
- 7. Innovationsintegration und Demonstrationsentwurf“.

Alle acht Arbeitspakete wurden untergliedert in jeweils erforderliche, zu erledigende Aufgaben und auf den Zeitplan der vorgesehenen Monate der Bearbeitungszeit aufgeteilt, um sukzessiv und strukturiert die Zielerreichung zu generieren. Anhand dieser vordefinierten Einteilung konnte der aktuelle Projektstatus transparent analysiert und kommuniziert werden, um stets aktuell den Status der einzelnen Arbeitspakete ständig monitoren zu können. Die verschiedenen Arbeitspakete mit den jeweiligen Unterarbeitspaketen wurde in jedem Projektzwischenbericht in den Kategorien „Beschreibung & Ziel des Arbeitspaketes“, „Status & zeitliche Abweichung“ und „Deliverables“ aufgegriffen und die bis dato neusten Fortschritte aufgeführt. Im Rahmen der Entwicklung des Projektmanagements, welches in Arbeitspaket 0 aufgegriffen wird, wurde die Projektgruppe in drei Säulen gegliedert, welche die verschiedenen Branchen darstellen, vgl. Abbildung 4. Die Säule „Handel“ wird vertreten durch die Partner Chep, Rewe und Mars. Die Säule „Luftfracht“ wird von der Lufthansa besetzt und die Säule „Post“ mit der Deutschen Post, Infineon und der TU Dortmund.



Abbildung 4: Branchen-Säulen in smaRTI

Das IML hat im ersten Halbjahr 2011 verstärkt die Bereiche Luftfracht und Handel zusammengeführt. Neben der Entwicklungsarbeit für das übergreifende Informationssystem wurden die Hardwarearbeiten mit der Lufthansa Cargo und den Handelspartnern synchronisiert. Mit dem im IML installierten Lokalisierungssystem wurde ein Antennensetup entwickelt, mit dem ein typischer smaRTI Referenztest entwickelt wurde. So wurde das Ziel angestrebt, im weiteren Projektverlauf weitere Ladungsträger intelligent zu machen und durch diesen Prozess zu validieren.

Abbildung 5, S.10, gibt die ursprüngliche zeitliche Planung des Verbundvorhabens mit seinen 8 Arbeitspaketen wieder. Demnach waren zu drei Zeitpunkten Meilensteine, befindlich jeweils am Ende eines Kalenderjahres, in den jeweiligen Arbeitspaketen vorgesehen: Ende 2011 war der erste Meilenstein „Zwischenergebnis“ geplant, welcher Eingang in die Projektevaluation im Quartal I/2012 fand und der erste kritische Abbruchmeilenstein für das Gesamtvorhaben von smaRTI gewesen wäre. Ferner waren Ende des Quartals IV/2012 der zweite Meilenstein sowie Quartal IV/2013 der dritte Meilenstein vorgesehen. Der zweite Meilenstein gilt für das Arbeitspaket 1 und stellte somit das mögliche Abbruchkriterium für das technische Architekturkonzept dar. Der dritte Meilenstein gilt für das Arbeitspaket 7 und umfasste das Erreichen der Innovationsintegration aller Teilbereiche. Darüber hinaus existierten sieben projektinterne Arbeitspaketmeilensteine, die zur internen Projektplanung und Überwachung im Arbeitspaket 0 dienen sollten. Als Zielführung dienten übergeordnete Milestones:

- Integration der Software in die Logistics Mall
- Vernetzung mit den assoziierten Clusterprojekten
- Positionierung im Leitthema wandelbare Logistiksysteme
- Erweiterung der Stakeholdergroup (später auch Usergroup genannt)
- Präsenz in der Öffentlichkeit, zum Beispiel durch Messeauftritte und Vorträge.

Die Softwaremeilensteine für 2012 umfassten verschiedene Aspekte. Zum einen war die Anbindung des smaRTI Repositories an Produktivsysteme wichtig. Des Weiteren wurde der „Businesslogic Modeller“ entwickelt und die entwickelten Prozesstemplates wurden zum derzeitigen aktuellen Stand statisch in die Businesslogik der Partner implementiert.

Viele Aspekte und Aufgaben waren sehr komplex und zeitintensiv zu generieren und entwickeln. Aufgrund dessen haben sich im Projektverlauf die im Projektantrag veranschlagten Dauern für die Arbeitspakete teilweise verschoben. Denn während der Projektlaufzeit haben sich verschiedene Entwicklungszweige aufgebaut, die den konzeptionellen und IT-technischen Entwicklungspart erheblich vergrößerten.

Meilensteinplan - smARTI		Leitung	2010				2011				2012				2013			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0 AP 0 - Projektleitung und Dissemination																		
0.1 Projektkoordination																		
0.2 Risikomanagement																		
0.3 Ergebnisdarstellung																		
0.4 Systemadministration																		
0.5 Dokumentation																		
0.6 Transfer																		
1 AP 1 - Architektur (Technisches Management)																		
1.1 Systemanalysen/-studien																		
1.2 Abstimmung der einzelnen Arbeitspakete																		
1.3 Reviewprozess																		
1.4 Integration der Arbeitspakete																		
2 AP 2 - Software, Services und Orchestrierung																		
2.1 Anforderungsanalyse																		
2.2 Entwurf eines Softwarelebenszyklus für logistische Anwendungen																		
2.3 Definition von Prozesstemplates																		
2.4 Erarbeitung einzelner Integrationsmodule																		
2.5 Verifikation und Validierung																		
3 AP 3 - Schnittstellen und Protokolle																		
3.1 Protokollanalyse																		
3.2 Festlegung standardisierter HW-Schnittstellen																		
3.3 Anbindung externer Sensoren und Signalverarbeitung																		
3.4 Protokollsuite																		
3.5 Datenschnittstellen Anpassung																		
3.6 Harmonisierungsbench																		
4 AP 4 - Energie und Identifikation																		
4.1 Ermittlung Energie- und Volumenparameter																		
4.2 Bestimmung Lastverhalten, Kinematikprofil																		
4.3 Aufbau der Energiekombination, Energiemanagement																		
4.4 Ermittlung von Lese- und Empfangsarchitekturen																		
4.5 Erarbeitungen von Funksynchronisationen																		
5 AP 5 - Hardware & Chipentwicklung																		
5.1 Entwerfen von Layoutkonzepten																		
5.2 Hardware-Spezifikationen																		
5.3 Hardware-Implementierung																		
5.4 Synthese /Integration																		
5.5 Layout-Erstellung																		
6 AP 6 - Anforderungen und Validierung																		
6.1 Stakeholdergrouppaufbau																		
6.2 Erstellen von Anforderungsmatrix																		
6.3 Validierungskonzept E-Technik																		
6.4 Interaktionsschnittstellen																		
6.5 Integration der externen Inhalte																		
6.6 Abstimmungskonsolidierung																		
7 AP 7 - Innovationsintegration und Demonstratorentwurf																		
7.1 Zusammenführen der Hardwarekomponenten																		
7.2 Installation der Komponenten																		
7.3 Test-bench																		
7.4 Fertigstellung Prototyp																		
7.5 Testsenarien																		
7.6 Implementierung																		
Summen																		

Abbildung 5: Projektplan inkl. Meilensteine zu Projektbeantragung

Zum Beispiel erhöhte sich durch die Gründung einer Usergroup mit zusätzlichen Unternehmen der Aufwand. Weitere Arbeiten mit mehr Unternehmen führten im Pilotversuch zu dem Vorteil, dass wertvolle Bewegungsdaten gewonnen werden konnten. Verschiedene Entwicklungen erforderten also eine kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit um vier Monate, um die weiteren Erkenntnisse zu verarbeiten, die Datenbasis zu verbreitern und dies umfassend in das Gesamtergebnis einfließen zu lassen. Abbildung 6, S. 11, zeigt den Verlauf des Projekts smARTI inklusive der beantragten Projektverlängerung auf. Die acht Arbeitspakete mit ihren jeweiligen Unterarbeitspaketen sind mit ihrer jeweiligen Dauer dargestellt.

Jahr		2010						2011						2012						2013						2014											
Monat		Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	
AP0	Projektleitung (IML)																																				
	Projektkoordination																																				
	Risikomanagement																																				
	Ergebnisdarstellung																																				
	Systemadministration																																				
	Dokumentation																																				
	Transfer																																				
AP1	Architektur (TUDO)																																				
	Systemanalysen/-studien																																				
	Abstimmung																																				
	Reviewprozess																																				
	Integration der Arbeitspakete																																				
AP2	Software, Services und Orchestrierung (Mars)																																				
	Anforderungsanalyse																																				
	Softwarelebenszyklus																																				
	Prozesstemplates																																				
	Integrationsmodule																																				
	Verifikation und Validierung																																				
AP3	Schnittstellen und Protokolle (Rewe)																																				
	Protokollanalyse																																				
	Festlegung standardisierter HW-Schnittstellen																																				
	Anbindung externer Sensoren und Signalverarbeitung																																				
	Datenschnittstellen Anpassung																																				
	Protokollsuite																																				
	Harmonisierungsbench																																				
AP4	Energie und Identifikation (LCAG)																																				
	Ermittlung Energie- und Volumenparameter																																				
	Bestimmung Lastverhalten, Kinematikprofil																																				
	Aufbau der Energiekombination, Energiemanagement																																				
	Ermittlung von Lese- und Empfangsarchitekturen																																				
	Erarbeitungen von Funksynchronisationen																																				
AP5	Hardware & Chipentwicklung (IFAG)																																				
	Entwerfen von Layoutkonzepten																																				
	Hardware-Spezifikationen																																				
	Hardware-Implementierung																																				
	Synthese /Integration																																				
	Layouterstellung																																				
AP6	Anforderungen und Validierung (Chep)																																				
	Stakeholdergroupaufbau																																				
	Erstellen von Anforderungsmatrix																																				
	Validierungskonzept E-Technik																																				
	Interaktionsschnittstellen																																				
	Integration der externen Inhalte																																				
	Abstimmungskonsolidierung																																				
AP7	Innovationsintegration und Demonstratorentwurf (DPAG)																																				
	Zusammenführen der Hardwarekomponenten																																				
	Installation der Komponenten																																				
	Test-bench																																				
	Fertigstellung Prototyp																																				
	Testszenarien																																				
	Implementierung																																				

Abbildung 6: Projektplan zu Projektende

Nicht zu vernachlässigen war auch die Informationsweitergabe an alle beteiligten Kooperationspartner und an die Mitarbeiter in den Firmen vor Ort. Deswegen wurden Schulungsunterlagen vom IML in der Form von handlichen Booklets erstellt, die den Mitarbeitern per Electronic Device oder ausgedruckt zur Verfügung gestellt werden konnten. Neben der Dokumentation von Arbeitsergebnissen wurde so auch die Wissensweitergabe und Wissensintegration gewährleistet.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

SmaRTI befasste sich mit unterschiedlichen Arbeitsthemenswerpunkten, in denen jeweils der Stand der Technik analysiert und weiterentwickelt wurde. Diese Entwicklungen mit ihrem Stand zum Zeitpunkt Mitte des Jahres 2010 werden nachfolgend aufgezeigt, in dem smaRTI eindeutig gegenüber bereits bestehenden oder durchgeführten Forschungsprojekten abgegrenzt wird.

Die Entwicklungen bei smaRTI im Chipbereich und der Transponder-Reader-Kommunikation zeichneten sich vor allem durch eine kombinierte UHF/HF (NFC) Schnittstelle aus, die zum einen vorhandene Anwendungen funktional erweiterte, zum anderen aber auch neue Anwendungen realisierbar machte. Vor allem in der logistischen Abwicklung (UHF) sowie bei der manuellen Identifikation und Beschreibung mit Daten (HF) konnten und können diese hybriden Systeme effizient eingesetzt werden.

Im Modulbereich wurde eine extreme Miniaturisierung von Multikomponentenmodulen für GSM, GPS und RFID vorangetrieben. Diese waren zu Beginn des Projekts noch nicht entwickelt. Die Energieversorgung der Multikomponentenmodule muss dabei auf der einen Seite mit Akkumulatoren erfolgen, wird aber auf der anderen Seite durch effektives Energy Harvesting aus dem Kinetik- und dem Radiowellen-Umfeld unterstützt. In der RFID Lesetechnik werden völlig neue Infrastrukturansätze zum Einsatz gebracht, die unter Ausnutzung neuer Erkenntnisse der NASA eine Lesereichweite von 100 Metern bei passiven Transpondern unterstützen. Voraussetzung dafür ist eine flächendeckende Ausleuchtung mit elektromagnetischer Feldenergie. Im Folgenden werden diese Themen von den aktuellen Forschungsprojekten abgegrenzt.

4.1 Kommunikation

In einigen Forschungsarbeiten wurden GPS, GSM und RFID Module kombiniert. In separaten Forschungsarbeiten wurde an einer überlagerten Softwarearchitektur zur Warenverfolgung gearbeitet. So wurde beispielsweise ein intelligenter Container am Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH entwickelt, sowie die DHL Smartbox. Auch die Smart Box des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF ist mittels integrierter RFID Antennen und eines Lesegerätes auf Basis des HF-Funks in der Lage, Packstückzuladung und -entnahme zu erkennen und diese Information in einer Datenbank zu speichern. Die visuelle Überwachung des Inhalts kann über ein außen angebrachtes Display, oder an einem zentralen Leitstand, erfolgen, der Daten über ein Telematikmodul (GSM) von der IFF-Smart Box

erhält. Gleichzeitig erfolgt mit dem im Telematikmodul eingebauten GPS-Empfänger die Lokalisierung des Behälters. Das beschriebene Konzept enthält zwar mit smaRTI vergleichbare Elemente, wurde aber im Gegensatz zu smaRTI nicht auf eine praktische Anwendung mit realer Wertschöpfungskette ausgelegt.

Allen bestehenden Entwicklungen ist gemein, dass durch die Vielzahl der Module der Energieverbrauch ansteigt, jedoch das Konzept ohne eigene Energieerzeugung geplant wurde. Ein weiterer großer Unterschied zu smaRTI besteht darin, dass herkömmliche GSM-Geräte nicht direkt mit getaggten² Objekten kommunizieren können. Um dies über NFC-fähige (Near-Field-Communication-fähige), mobile Endgeräte zu ermöglichen, wurde der Einsatz von NFC-Chips daher auf den Ebenen Hardware, Protokolle und Software für smaRTI weiterentwickelt.

4.2 Energieversorgung

Energy Harvesting beschreibt die Idee, aus der Umgebungsenergie elektrischen Strom zu gewinnen. Dabei generierten zum Zeitpunkt des Jahres 2010 Energiewandler elektrischen Strom aus piezoelektrischen oder thermoelektrischen Effekten, dem Luftdruckunterschied, aus der Radiowellenenergie für GSM, DVB-T und anderen Quellen. Das Ergebnis solcher Stromgewinnung ist der Wegfall der kabelgebundenen Energieversorgung und Stromspeicherung. Nachteilig zu Projektbeginn war jedoch, dass die Energiewandler nur geringe elektrische Leistungen im Mikro- und Milliwatt-Bereich erzeugten. Für Leistungen im Kilowattbereich muss beispielsweise die Bewegung tonnenschwerer Fahrzeuge genutzt werden. Marktreife Produkte waren im Wesentlichen in der Haustechnik (z.B. Lichtschalter, Bewegungsmelder) zu finden. So sind im SAP HQ beispielsweise rund 2.000 kabellose Lichtschalter im Einsatz. Das EU-Projekt Vibes, welches eine Abkürzung ist für Vibration Energy Scavenging, zeigte eindrucksvoll den Stand der Technik im Bereich der Mikrogeneratorentwicklung. Im Zuge des Projekts wurde ein Generator vorgestellt, dessen Volumen unter einem Kubikzentimeter liegt. Dieser erzeugt elektrische Energie im Mikrowattmaßstab aus den natürlichen Vibrationen und Bewegungen der ihn umgebenden Umwelt. Die seit dem Jahr 2006 gemachten Fortschritte wurden bei Projektbeginn von smaRTI noch in keiner Anwendung eingesetzt. Daher war das Vorhaben smaRTI mit diesem Fokus hervorzuheben, denn ohne energieautark handelnde Objekte stellte sich das geplante Steuerungskonzept zu Projektbeginn als nicht realisierbar dar.

² Mit RFID-Transpondern ausgestattet

4.3 Ladungsträgermanagement und Steuerung

Das Ladungsträgermanagement fokussiert die Planung, Steuerung und Kontrolle von Ladungsträgerkreisläufen in sämtlichen logistischen Prozessen. Je nach Ladungsträger und Einsatzfall werden die Ladungsträgerkreisläufe in „closed-loop“ und „open-loop“ unterschieden. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wurden zu Projektbeginn teilweise web-basierte und teilweise stand-alone IT-Verwaltungssysteme sowie in das ERP-System integrierte Add-ons eingesetzt. Diese bildeten in der Regel die operative Bedarfsplanung, Disposition, Leistungsüberwachung, Verrechnung, etc. ab. Eine Automatisierung der wesentlichen Steuerungsprozesse war bei Projektbeginn nicht erfolgt. Lösungen, die einem solchen herkömmlichen Konzept folgten und Mitte 2010 kommerziell erhältlich waren, werden nachfolgend kurz vorgestellt (Stand: Mitte 2010):

AeroScout bot eine Software zur Visualisierung der Vermögenswerte im gesamten Unternehmen an. Dazu werden verschiedene Technologien zur Identifizierung und Lokalisierung genutzt und integriert.

You-R Open ist ein Softwaresystem der Firma RF-iT Solutions. Es wurde als ein Infineon Management Buy-Out gegründet, und so zählte You-R Open 2010 zu den führenden RFID-Betriebsumgebungen. Es unterstützt laut Herstellerangabe die gebräuchlichsten RFID-Technologien und Standards.

Die in der Ausgangssituation beschriebene Problemlage der Vernetzung von Daten und logistischen Objekten wurde und wird zunehmend von Anbietern aufgegriffen, um komplette Lösungen dem Kunden anzubieten. Meist beruhen diese auf der Ergänzung bestehender Konzepte durch neue Technologien nach dem Paradigma der hierarchischen Struktur. Diese Ansätze konnten dabei kaum zu einer Harmonisierung der Technologien im Verbund beitragen, da neue Techniken stets neben oder unter den bestehenden Schichten angesiedelt werden. Es werden wiederum spezielle Softwaresysteme, sogenannte Middleware- oder Edgware-Systeme benötigt, um die Kommunikation zwischen einzelnen Technologie-Hierarchiestufen, in denen unterschiedliche Dienste zur Verfügung gestellt werden, zu gewährleisten. Dieses Problem sollte durch die serviceorientierte Architektur der Softwaresysteme in smaRTI gelöst werden, um eine echte Selbststeuerung der Objekte zu ermöglichen.

Vor Projektbeginn wurde eine umfassende internationale Patentrecherche durchgeführt. Nach Abgleich mit den Zielen des Vorhabens deckt sich kein Patent oder Gebrauchsmuster mit den zu erforschenden Inhalten. Keines der Patente bot eine Lösung für das in smaRTI angestrebte gesamtheitliche Konzept. Auf die ausführliche Beschreibung der Inhalte des Einzelpatentes

wird auf Grund des großen Umfangs an dieser Stelle verzichtet. Die Unterlagen liegen allerdings jeder Zeit zum Abruf bereit.

Neben der Patentrecherche wurde ebenfalls eine umfassende Recherche bezugnehmend auf Konkurrenzprodukte und Substitute und Umsetzbarkeit zu smaRTI durchgeführt. Ebenso ist die für die Entwicklung des Projekts relevante Basisliteratur in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Verwendete Fachliteratur

Autor(en)	Titel	Erscheinungsjahr
Andrews, David L.	Energy harvesting materials. Singapore: World Scientific	2005
Bundeswirtschaftsministerium	ePerformance Report 2009 IKT-Standort Deutschland im europäischen Vergleich	2009
Finkenzeller, Klaus	RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC	2008
Fleisch, Elgar; Mattern, Friedemann	Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen	2005
Gudehus, Tim	Logistik. Bd 1: Grundlagen, Verfahren und Strategien	2000
Günthner, Willibald; ten Hompel, Michael	Internet der Dinge in der Intralogistik	2010
Kuhn + Partner Concept ECUPAC	Studie: Der Palettenmarkt in Deutschland	2008
Pique, Stephane	EPAL- Weltweit die EURO- Paletten im Griff mit Hilfe von RFID	2008
Priya, Shashank; Inman, Daniel	Energy Harvesting Technologies	2009
ten Hompel, Michael; Heidenblut, Volker	Taschenlexikon Logistik. Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik	2008
Wiedmann, Klaus-Peter; Keuling, Ulrich T.; Reeh, Marc-Oliver	Potenziäle und Einsatz von RFID-NFC-Systemen im mobile commerce. Eine Bestandsaufnahme aktueller Entwicklungen aus Anwender- und Unternehmenssicht.	2005

Wesentlich ergänzt wurden die aus dieser Literatur gewonnenen Informationendurch die umfangreichen Praxiserfahrungen und Marktkenntnisse der beteiligten Mitarbeiter.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Der EffizienzCluster LogistikRuhr umschließt verschiedene Verbundvorhaben mit einem Gesamtkonzept, dem sieben elementaren Herausforderungen für die Logistik in der Metropole Ruhr zugeordnet sind. In den zugehörigen Forschungsvorhaben wurden in sieben Leitthemen Lösungen zur Erreichung der Ziele des Effizienzclusters erarbeitet. Mit dem Fortschreiten der Arbeiten in den Verbundprojekten und im Cluster entstand ein umfangreiches Szenario innovativer Logistikleistungen. Im Sinne der strategischen Clusterentwicklung lag ein wesentlicher Bestandteil in der Verwertung und Verbreitung der Ergebnisse und im Austausch der Verbundprojekte untereinander.

Das Verbundvorhaben smaRTI ist thematisch im Leitthema wandelbare Logistiksysteme angesiedelt. Anknüpfungspunkte in diesem Leitthema bieten sich unter anderem in den Projekten *Hub2move*, *Picture Tracing*, sowie zu den Verbundvorhaben *Urban Retail Logistics* und *Green Logistics*. Es fand ebenfalls ein intensiver Austausch mit dem Projekt aus *Integrated Air Cargo Hub* statt. Die technologischen Projektergebnisse aus smaRTI fließen in dieses Projekt mit ein. Mit dem Beginn des EffizienzCluster Projektes *Hub2Move* wurde die Integration von Teilergebnissen aus smaRTI heraus möglich und bot eine interessante Anschlussverknüpfung. Durch eine erfolgte Projektverlängerung wurden die Ergebnisse aus smaRTI im Projekt *Hub2Move* integriert.

Im Verlauf von smaRTI wurde auf Grund des großen Interesses am Projekt eine Partnergruppe gegründet, die sogenannte „smaRTI Usergroup“. Die offizielle Gründung wurde im September 2012 vorgenommen. Die Marketingtechnische Beteiligung umfasste, dass die Usergroup mit den Gründungsmitgliedern im Spätsommer 2012 mit einem Event gestartet wurde.

Der Nutzen dieser Usergroup war, projektexternen Unternehmen eine Beteiligung am smaRTI Piloten zu ermöglichen. Unternehmen, die von der Idee von smaRTI überzeugt waren, konnten sich durch die smaRTI Usergroup ebenfalls am Pilotprojekt beteiligen, und die Möglichkeit bekommen, sich als smaRTI Partner engagieren zu können.

Die Gründe der Teilnahme von Gruppen bzw. spezieller Mitglieder war jeweils unterschiedlich. Zum einen waren operative Beweggründe zur Beteiligung vorhanden, denn die neuen Partner der Usergroup durften, konnten und sollten sich am Pilotumlauf beteiligen und einbringen, gegebenenfalls diesen auch erweitern. Besondere Anpassungen, wie beispielsweise Softwareentwicklung und Hardwaretests, wurden für Usergroup-Unternehmen gesondert angeboten, die Kosten für Hardware wurden vom Usergroup-Partner übernommen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Projekt blieben jedoch nach wie vor im smaRTI-Kernprojektteam. Assoziierte Partner der Usergroup konnten auch je nach Situation und Nutzen am Piloten teilnehmen und dadurch eigene Erkenntnisse gewinnen. Die Partner durften ebenso mit

dem Status werben, an smaRTI teilzunehmen und das Logo verwenden. Im Gegenzug durfte auch das Projekt mit den Partnern der Usergroup werben, allerdings wurde dies jeweils mit der Projektleitung des Fraunhofer IML abgestimmt. Notwendigerweise unterlagen alle Partner der Geheimhaltungspflicht.

Die zentralen Ziele für den Aufbau dieser Gruppe waren schlussendlich die Verbesserung der generierten Forschungsergebnisse, eine dienliche Evaluation der Erkenntnisse und die Nachhaltigkeit des Projektes zu gewährleisten und zu sichern. Des Weiteren bot es einen optimalen Rahmen, um die Idee von smaRTI bekannter zu machen. Die einfache Mitgliedschaft in der Partnergruppe „smaRTI Usergroup“ war grundsätzlich kostenlos möglich. Die Usergroup wurde klar abgegrenzt zum Kernprojekt, da das geförderte Konsortium unabhängig von der Usergroup an smaRTI beteiligt war, denn nur das Konsortium gestaltete und beeinflusste smaRTI.

Beispielhaft richtete sich das Angebot der smaRTI Usergroup an Lieferanten, Technologiefirmen, Firmen aus den Bereichen, Handel, Logistik und andere Stakeholder. Die smaRTI Usergroup forcierte sich schlussendlich hauptsächlich auf Unternehmen aus dem FMCG und Luftfrachtbereich. Zu Beginn waren die Partner der Usergroup zunächst Mojix, EPAL, OTLG, Claas. Später kamen noch Palettservice Hamburg, GS1 Germany, Zentek, Globus, Auchan, Unilever und Carrefour dazu.

Eine wichtige Rolle übernahmen auch die Abteilungen der Öffentlichkeitsarbeit von den an smaRTI beteiligten Unternehmen. In Zusammenarbeit mit diesen PR-Abteilungen, insbesondere von Mars und Chep, wurde die Entwicklung eines PR-Konzeptes angestoßen, um das Projekt auch einer breiten Öffentlichkeit in verständlicher Art und Weise näherzubringen. Eine Vorstellung des Konzeptes erfolgte Mitte 2011 und wurde kontinuierlich mit den anderen teilhabenden Partnern abgestimmt.

Des Weiteren haben sich Rewe und das Fraunhofer IML mit GS1 zusammengesetzt, um die smaRTI Masterdata zu validieren. Dabei sind einige strittige Punkte aufgefallen, dessen Beachtung eine genauere Abstimmung erforderte. Eine genauere Untersuchung und Überlegungen zu einer vermeintlichen Anpassung erfolgten im Frühjahr 2014. Daraus entstand eine Erweiterung des EPCIS Standards.

Das Forschungsprojekt RAN (BMW) arbeitete an einem „Infobroker“ für den Zweig Automotive. Diese Softwaretechnologie ist ein potentiell Add-on für die smaRTI EPCIS-Logik. Ein erster Austausch hat bereits stattgefunden.

II. Eingehende Darstellung

6 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

Anhand des Potentials des Projektthemas wurden die Kernziele von smaRTI von Anfang an festgelegt und umfassten:

1. die Entwicklung eines Branchen- und Supply-Chain übergreifendes Konzept für intelligente Ladungsträger
2. den Aufbau einer standardisierten Entwicklungsarchitekturen für AutoID-Technologien und IT-Dienste
3. die Integration von RFID (HF + UHF Chip), Lokalisierung und Barcode zur dezentralen Nutzung auf verschiedenen Supply-Chain Ebenen

Das Fraunhofer IML übernahm die Ausführung der Gesamtprojektleitung (AP0) und war an allen inhaltlichen Arbeitspaketen (AP1 – AP7) beteiligt. Die finanziellen und zeitlichen Mittel wurden zur Umsetzung der Arbeitspakete 0 bis 7 verwendet. Mit dem Projektstart am 1. Juni 2010 wurden die Arbeitspakete gemäß des Arbeitsplans angestoßen. Ziel aller Arbeitsschritte war es, die Forschung in Richtung des Projektzieles voranzutreiben. Im Folgenden werden die Ergebnisse vorgestellt, an dessen Erarbeitung das Fraunhofer IML maßgeblich beteiligt war.

6.1 Arbeitspaket 0

Das Arbeitspaket „**Projektkoordination**“ unterteilt sich in die Schwerpunkte „Projektleitung“ sowie „Dissemination“. Die Projektleitung beinhaltet die Steuerung und das organisatorische Management der anderen Arbeitspakete. Sie bezieht sich auf die Zusammenführung der Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen, sowie auf die Förderung des Informationsaustausches zwischen den Arbeitspaketen und den darin arbeitenden Projektpartnern. Die Projektbearbeitung wird in drei Arbeitskreisen koordiniert, deren Zusammensetzung im Kick-off vereinbart wurde. Der Steuerkreis trifft alle richtungsweisenden Entscheidungen für das gesamte Projekt. Der Technologie-Architektur-Kreis (TAK) trifft alle Entscheidungen, die die Arbeitspakete zwei bis fünf betreffen sowie technischen Bezug haben. Der Produkt-Technik-Konvergenz-Kreis (PTK) validiert die Projektergebnisse und vertritt Anforderungen. Der detail-

lierte Verlauf der einzelnen Arbeitspakete und der zugehörigen Projektkoordination mit seiner zeitlichen Komponente wird in Kapitel 3 „Planung und Ablauf des Vorhabens“ dargelegt.

6.2 Arbeitspaket 1

Das Arbeitspaket 1 (AP1), welches die „**Architektur**“, also Systemarchitektur umfasst, setzt sich aus den vier Unterarbeitspaketen „Systemanalysen/-studien“, „Abstimmung der einzelnen Arbeitspakete“, „Reviewprozess“ und „Integration der Arbeitspakete“ zusammen. Die Entwicklung der Architektur bildet die Basis für dieses Arbeitspaket. Das Arbeitspaket 1 diente der Koordination der technischen Entwicklungen sowie der Entwicklung der Systemarchitektur im Projekt. Darunter fallen die Arbeitspakete zwei bis fünf, von der Software, der Entwicklung von Schnittstellen, Energie- und Identifikationskonzepten bis hin zur Hardwareentwicklung. Die Hauptaufgabe dieses Arbeitspaketes war die Zusammenführung der Arbeitspakete unter Berücksichtigung aller Projektziele.

Im Arbeitspaket 1 (AP1) werden die Arbeiten in den drei Bereichen koordiniert und überwacht. Das Risikomonitoring wurde zu einer Risiko- und Potentialanalyse erweitert. Dies musste getan werden, um bestehenden Risiken auch ein entsprechendes Potential zuzuweisen, um so eine Abwägung für die Notwendigkeit zu erhalten, inwieweit die Ausführung dessen tatsächlich nötig ist.

Die Entwicklung der Architektur wurde durch die Anforderungsdefinition angestoßen. Dazu wurden über die Prozess- und Anforderungsaufnahmen die Anforderungen für die Systemarchitektur in ein Gesamtdokument für die Prozesskette Handel integriert und mit den Projektpartnern abgestimmt. Die Architektur selbst betraf vor allem die technische Entwicklung durch den Partner Infineon.

Aufgabe des Fraunhofer IMLs war in diesem AP die Steuerung des technischen Informationsaustausches zwischen den Projektpartnern, die in den Arbeitspaketen 2 bis 5 die technischen Lösungen entwickelten. Zunächst wurde die technische Abstimmung im Kreis der Handelspartner koordiniert. In regelmäßigen Telefonkonferenzen sowie mehreren Vor-Ort-Terminen in Dortmund wurden die AutoID-Komponenten bestimmt. Für den ersten Pilotlauf wurden die jeweiligen Komponenten vor Ort installiert und mit dem zentralen Server im IML verbunden.

Des Weiteren wurde die Zusammenfassung der technischen Arbeitspakete federführend vom Fraunhofer IML übernommen. Diese Informationen wurden anschließend aufbereitet und in

die Systemarchitektur integriert. Die Zusammenführung der Erkenntnisse erfolgte zum einen im Pilotumlauf und zum anderen auf der IT-Plattform. Dies in Kombination spiegelte stets den aktuellen Stand der Arbeiten wieder.



Abbildung 7: Systemarchitektur smaRTI (Handel)

Die Abbildung 7 zeigt die entwickelte Systemarchitektur von smaRTI und von welchem smaRTI Projektpartner dessen Entstehung maßgeblich geprägt wurde. Die Middleware verarbeitet alle von der Hardware generierten Informationen und sendet sie an die Businesslogik. Die Businesslogik verknüpft bei jedem Partner die Rohdaten der AutoID-Hardware mit EPCIS konformen Events, wie z.B. Wareneingang im Distributionszentrum. Das EPCIS-Repository empfängt, verwaltet und informiert über alle auftretenden Events der Supply Chain. Die Systemarchitektur war bezogen auf verschiedene FMCG-Bereiche die gleiche, jedoch unterlag sie stets anderen, individuellen Anforderungen an den Einsatz.

Zur getätigten Hardwareentwicklung gehörte die Entwicklung von Transpondern der Evolutionsstufe 2 auf Chep-Euro-Basis mit verbesserten mechanischen Eigenschaften. Parallele Einbindung von QR-Codes in Abhängigkeit zur Gremienarbeit gehörte ebenfalls dazu. Dazu wurden 2012 weiterer RTIs eingebunden, nämlich Cabka-Plastikpaletten und Kollis. Zudem wurde eine Verbesserung der Reader-Infrastruktur im Piloten gewonnen, indem bei Mars UHF-Gates aufgebaut wurden, bei CHEP der Austausch durch GSM Handhelds stattfindet und Wareneingangstore von Mojix bei REWE installiert wurde.

6.3 Arbeitspaket 2

Das Arbeitspaket 2 „**Software, Services und Orchestrierung**“ bestand aus den fünf Unterarbeitspaketen „Anforderungsanalyse“, „Entwurf eines Softwarelebenszyklus für logistische Anwendungen“, „Definition von Prozesstemplates“, „Erarbeitung einzelner Integrationsmodule“ und „Verifikation und Validierung“. Im Projekt smaRTI wird das Zusammenspiel verschiedener Informationstechnologien in gemeinsamen Anwendungen forciert. Das Zusammenbringen dieser Technologien in fusionierte Module lässt sich nur mit einer neuen Softwarearchitektur umsetzen, die in diesem Modul umgesetzt wurde. Dieses Teilziel wurde durch die stringente Umsetzung von serviceorientierten Architekturen (kurz: SOA) im Arbeitspaket 2 verfolgt.

Zu Beginn wurde dazu seitens des IMLs das geplante Softwaresystem für smaRTI theoretisch aufgearbeitet und erläutert, sowie die ersten Entwicklungsstufen für den Bereich Handel im smaRTI Projekt kommuniziert. Anhand der Anforderungsspezifikationen, die mit den Handelspartnern entwickelt wurden, konnten sämtliche I-Punkte softwareseitig abgedeckt werden und in einem zentralen System, dass für das smaRTI Projekt beim Fraunhofer IML zu laufen angedacht war, dargestellt werden.

Es wurde dazu vor Ort bei den Partnern die Prozesse begutachtet und aufgenommen. Anhand der aufgenommenen Prozessdaten wurde ein Konzept initiiert, indem betrachtet wird, wie die realen Prozesse in sogenannte Prozesstemplates überführt werden konnten. Die Schwierigkeit bestand darin, einen Prozess zu definieren, der branchenübergreifend allgemein kompatibel ist, aber dennoch detailliert genug ist, um einen Materialfluss für einen intelligenten Ladungsträger abzubilden. Das Konzept wurde fortlaufend ausgebaut. Dazu wurde eine Evaluierung modellgetriebener Entwicklungsansätze vorgenommen. Der Entwurf sollte eine vereinfachende Modellierungstechnik zur Darstellung logistischer Prozesse und der hier genutzten intelligenten Dienste unter Berücksichtigung der Arbeiten der Partner in dieser Umsetzung der Modellierungstechnik in einem Modellierungswerkzeug sein. Es wurde ein Modellierungstool entwickelt, um den modellgetriebenen Ansatz zu unterstützen. Als erstes Ergebnis wurde dazu dem Konsortium die Version 1.0 vorgestellt. Eine öffentliche Präsentation erfolgte auf dem Zukunftskongress im September 2012.

Die Software und Services wurde durch das IML entwickelt. In rund 5 Mannmonaten umfasste dies die komplette Entwicklung des EPCIS Repository, Anbindung sämtlicher Hardware – bezogen auf RFID, Barcode und Mojix – sowie die Entwicklung der Handheldsoftware. Weitergehend entwickelt das Fraunhofer IML allgemeingültige Prozessbausteine, damit diese von den Projektpartnern verwendet werden konnten, um individuelle, aber trotzdem standar-

disierte und einheitliche Prozesse zu entwickeln. Dies wurde durch die Entwicklung von Prozesstemplates ermöglicht, die ein einfacheres Handling versprochen. Dazu wurde eine Meta-sprache definiert, mit der die Prozesse beschrieben wurden. Die fertiggestellten Prozess-templates auf Basis von BPMN-Diagrammen wurden den Projektpartner zur Verfügung gestellt. Fortführend wurden diese Templates in die Modellierungssoftware implementiert. Ziel sollte sein dem „Anwender“ mit den beschriebenen Templates einen einfacheren Modellierungsprozess zu ermöglichen.

Die Entwicklung eines Softwarelebenszyklus war im Zusammenhang mit der Steuerung von logistischen Einheiten und der Verteilung von Ressourcen zum Handling der einzelnen Ladeeinheiten zu berücksichtigen. So sollen Lagerkapazitäten oder verfügbare Flüge am Standort als Ressourcen angelegt werden können, was zum Beispiel nötig für den Bereich Luftfracht ist, sodass die selbstgesteuerten, dezentralen Einheiten direkt diese Ressourcen beanspruchen können.

Bei der Entwicklung von Prozessbausteinen aus der Luftfracht liefert die Lufthansa Cargo AG (kurz: LCAG) die notwendigen Prozesse zur Entwicklung des Modells. Diese Prozesse waren im Wesentlichen alle Prozesse vom Build-up bis zum Break-down zwischen Absender und Empfänger. Die LCAG benötigt die dezentralen Softwareelemente für den Betrieb der Hardware in den Ladeeinheiten. Es war von Anfang an gefordert, dass diese modular und übertragbar sein sollten. Die LCAG arbeitete dazu mit dem Fraunhofer IML zusammen und war an der Ausgestaltung beteiligt, um den Transfer auf andere Ladungsträger zu gewährleisten.

6.4 Arbeitspaket 3

Das Arbeitspaket 3 (AP3) „**Schnittstellen und Protokolle**“ bestand aus den sechs Unterarbeitspaketen „Protokollanalyse“, „Festlegung standardisierter Hardware-Schnittstellen“, „Anbindung externer Sensoren und Signalverarbeitung“, „Protokollsuite“, „Datenschnittstellenanpassung“ und „Harmonisierungs-Benchmark“. Beteiligt war das Fraunhofer IML lediglich an den letzten drei genannten Unterarbeitspaketen.

In diesem Arbeitspaket wurden zunächst die Anforderungen der verschiedenen Kommunikationstechnologien zusammengestellt, sodass ein Schnittstellenkonzept erarbeitet werden konnte, um die Technologien modular zusammenzuführen. Ziel war die Verwendung eines Datenspeichers, der Zugriffe der verschiedenen Technologien ermöglicht. Das Ergebnis war ein Schnittstellenkonzept, das unter Einbezug der geforderten Funktionalitäten ein Pflichtenheft für die Technologieentwicklung darstellte.

In diesem Rahmen musste auch determiniert werden, was ein Use-Case ist. Ein Use-Case wird definiert, um aus ihm heraus die Wirtschaftlichkeit für das Gesamtkonzept, hier für smaRTI, abzuleiten. Ein smaRTI Use-Case geht von einer vorhandenen AutoID-Infrastruktur aus, beschreibt einen Teilprozess oder eine Teilanwendung in der smaRTI Supply Chain und etwas soll monetär bewertet werden. Den verschiedenen Use-Cases liegt immer eine Arbeitsstruktur zugrunde, um alle einheitlich aufzubauen (vgl. Abbildung 8).

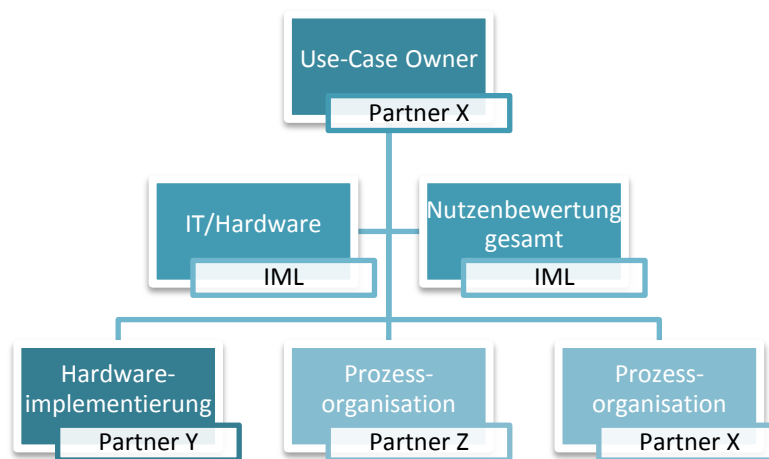


Abbildung 8: Arbeitsstruktur in einem smaRTI Use-Case

SmaRTI setzt die Nutzung einer Vielzahl von Kommunikationsschnittstellen für die Funktechnologien durch NFC, RFID, GSM und Galileo (Satellitennavigation) voraus, um den geforderten Produkteigenschaften entsprechen zu können. Um diese Technologien zu verknüpfen, stellen die Schnittstellen und Protokolle einen Schlüsselfaktor dar, der bei der Entwicklung berücksichtigt werden musste. Daher wurden zu Beginn des Projekts im Bereich Handel die Schnittstellen und Protokolle speziell im Bereich RFID, Barcode und Lokalisierungstechnologie untersucht. Es wurden die Schnittstellen und Protokolle für den FMCG-Bereich, also Use-Cases für die Branche Handel, definiert. Dabei wurde vornehmlich auf bestehende Standards zurückgegriffen. Im Bereich Post wurde der Fokus vermehrt auf die HF-/UHF-Thematik gelegt.

Aufgabe des Fraunhofer IMLs lag in diesem Arbeitspaket unter anderem die Analyse der aus Arbeitspaket 3.1 hervorgegangenen relevanten Protokolle und deren Einbindung in das Konzept für die Protokollsuite, sowie die Definition standardisierter Befehle bzw. Nachrichten, die über die Protokollsuite verfügbar gemacht wurden. Hier wurde basierend auf den Prozess-templates die EPC Standards implementiert.

EPCIS ist ein service-basierter Ansatz, der den Aufbau eines zentralen Informationsdienstes mit standardisierter Schnittstelle forciert. Entwickelt und vorangetrieben wurde der Standard von GS1. Ziel und Grund für den Aufbau von EPCIS war die Entwicklung von Standards für ein nahtloses, globales Netzwerk physikalischer Objekte. So soll die Beschreibung von Systemschnittstellen vereinheitlicht werden und keine Implementierungsvorgaben verschiedener Systeme eine technische und physische Implementierung stören. Das vorhandene, wirtschaftliche Wissen aus Produktionsanlagen, Umschlagszentren und Geschäften soll durch EPCIS sichtbar gemacht werden und unternehmensintern sowie unternehmensübergreifend Transparenz schaffen. Dieser Dienst soll Daten mit EPC-Bezug annehmen und Anfragen bezüglich selbiger Daten ermöglichen. Eine extrem wichtige Anforderung an einzusetzende Standards waren besonders bezogen auf den Security Mechanismus gefordert. Das Informationssystem kann entweder über persistente Datenbanken oder über direkten Datenaustausch zwischen Applikationen erfolgen, solange das Service-Prinzip eingehalten wird. Der Standard schreibt nur die einheitlich geltende Schnittstelle vor, wohingegen die Implementierung, also vor allem die Speicherung, beim Unternehmen liegt. Eine besondere Herausforderung stellte dabei die Einbindung gesonderter „Befehle“ dar, die den Standard überschreiten. Das EPCIS Vokabular erhielt im Umfang für das Projekt smaRTI individuelle Abschnitte, mit denen die Partner im Online-Tool ihre eigenen relevanten Masterdata definieren können. Da mit den EPCIS-Events jeder beliebige Prozessschritt abgebildet werden kann, kann dadurch die Supply-Chain-Transparenz erzeugt werden und die branchenübergreifende Funktionalität sichergestellt werden. Denn die unterschiedlichen Bereiche erforderten auch unterschiedliche Nutzungen der EPCIS-Standards.

Im Bereich Handel ist der Wareneingang und Warenausgang beispielsweise ein wichtiger Vorgang, der notwendigerweise getrackt werden soll, hier etwa bei Chep. Bei der Post ist die Kommissionierung der Briefbehälter auf Briefwagen vonnöten. In der Luftfracht ist der Abflug eines Flugzeuges ein wichtiger Vorgang. Da alle drei Bereiche unterschiedliche Prozesse haben, wurde jeder Prozess individuell abgebildet und die nötigen EPCIS-Events abgeleitet. Daraus wurde dann eine Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen für den Pilotbetrieb (Mengen, Größen, etc.) gewonnen und eine Zusammenstellung der benötigten Hardware aufbereitet. Die generierten Anforderungen sind für verschiedenen Partner unterschiedlich wichtig und unterschiedliche Anforderungen müssen erfüllt werden (vgl. andeutungsweise Abbildung 9).

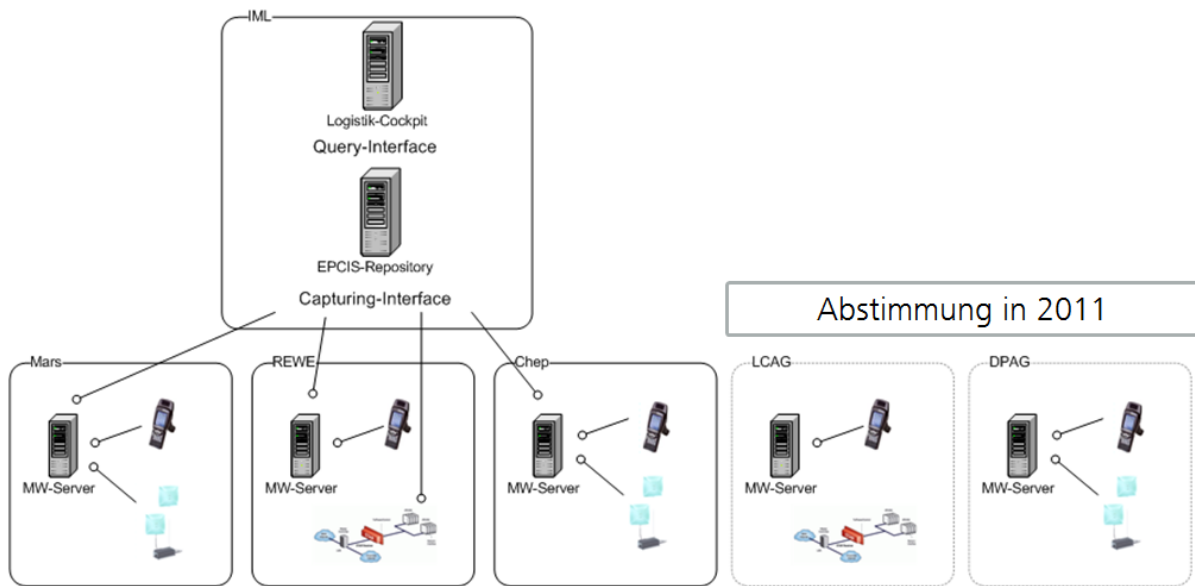


Abbildung 9: benötigte Hardware aufgrund der EPCIS Struktur verschiedener Anforderung in smaRTI

Gemeinsam mit dem Partner Rewe hat das Fraunhofer IML dafür gesorgt, dass individuelle Erweiterungen bei der GS1 als Erweiterung des EPCIS Standards eingebracht wurden. Des Weiteren hat das Fraunhofer IML im hauseigenen openID-Center in Dortmund die Hardwaremodule verschiedenen Leistungstests unterzogen. Der Fokus der Tests lag dabei auf der Funktion der Harmonisierung der verschiedenen Technologien. Wichtig war hierbei die Kombination zwischen Lesefall Rewe und Lesefall Lufthansa Cargo, bevor verschiedene Assets auch in konventioneller Lesetechnik getestet wurden. Es wurde auch an der Aufbereitung der Luftfrachtspezifischen Protokolle gearbeitet, zum Beispiel wurde versucht das IATA XML Protokoll mit dem EPC RFID Prinzip zu kombinieren. So wurde es möglich gemacht, über das bestehende Repository den Luftfrachtprozess abzubilden.

Insgesamt wurden fünf Use-Cases entwickelt und diese wurden 2012 umgesetzt: „Displaytracking (CHEP)“, „Forecasts und Kennzahlen (Mars)“, „QR-Codes als GRAI (REWE)“, „smaRTI+VisTA (REWE)“ und „Automatische Meldeverfahren/ Ordermanagement (IML)“.

6.5 Arbeitspaket 4

In diesem Arbeitspaket wurde das Thema „**Energie und Identifikation**“ behandelt und dafür Konzepte erarbeitet. Das Zusammenführen verschiedener Energieströme, hervorgerufen durch Energiequellen und Energieverbraucher, und verschiedener Speichertechnologien zu einem optimalen Energiegesamtsystem war die Aufgabe des Arbeitspaketes. Das Arbeitspaket setzt sich zusammen aus den Unterkapiteln „Ermittlung Energie- und Volumenparameter“,

„Bestimmung Lastverhalten, Kinematikprofil“, „Aufbau der Energiekombination, Energiemanagement“, „Ermittlung von Lese- und Empfangsarchitekturen“, sowie „Erarbeitung von Funk-synchronisationen“.

Die Ermittlung der Energieparameter wurde durch den Projektpartner TU Dortmund begonnen. Das Fraunhofer IML ist von der Seite der Volumenparameter an die Aufgabe herangegangen.

Begonnen wurde mit der Ermittlung der Identifikationsparameter. Dazu wurde ermittelt welche Leseabstände bestehen und welche Ladungsträger gelesen werden müssen. Zudem wurde eine Literaturrecherche für geeignete Lösungen passend zu den Anwendungsszenarien durchgeführt (vgl. Bericht TU Dortmund). Im Bereich Luftfracht wurden die Energieparameter für eine RFID-Identifikation auf Luftfrachtpaletten durchgeführt. So wurden vom Fraunhofer IML die eingesetzten Identifikationstechnologien analysiert und daraufhin ein Anforderungsprofil für die Empfangsseite sowie für die Sendeseite erstellt. Die Arbeiten gingen über das Anforderungsprofil hinaus. Die Erkenntnisse wurden anhand der durchgeführten Tests dauernd aktualisiert. Durch die zusätzlichen Testläufe im Rahmen des Piloten entstand ein Verzug.

6.6 Arbeitspaket 5

Das Arbeitspaket 5, mit dem Titel „**Hardware- und Chipentwicklung**“, setzte sich in seinem Themenumfang aus den fünf Unterarbeitspaketen „Entwerfen von Layoutkonzepten“, „Hardware-Spezifikationen“, „Hardware-Implementierung“, „Synthese/Integration“ und „Layout-Erstellung“ zusammen, von denen nur die ersten beiden in den Verantwortungsbereich des Fraunhofer IML fielen. Ziel dieses Arbeitspaketes war die Umsetzung der geplanten Anwendungsszenarien, also des in AP3 beschriebenen Transponder-Systems. Dieses besteht aus Transpondern, die sowohl mit HF- als auch mit UHF-Basisstationen betrieben werden können, wodurch erstmals ein weltweiter, grenzübergreifender Betrieb bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen möglich wird.

Aufgabe des Fraunhofer IML war in diesem AP die Anforderungen der Projektpartner Mars und Rewe in das Layoutkonzept zu übernehmen. Des Weiteren mussten diese Anforderungen überprüft werden hinsichtlich der weiteren Verwendung in der Logistik, sowie der baulichen Beschaffenheit der vom Projektpartner CHEP genutzten Paletten. Diese Anforderungen der Partner für Identifikationsprozesse und Hardware wurden somit erfasst und daraus ein Anforderungsprofil erstellt. Im Bereich Luftfracht wurden zusätzliche Anforderungen zu speziellen Prozessen aufgenommen und mit eingebracht. Um die verschiedenen Anforderungen

der Partner auf einen Nenner zu bringen, wurde zunächst eine genaue technische Beschreibung der Mehrwegpalette gemeinsam mit CHEP definiert. Diese beinhaltete z.B. Transponderart, Position, Anbringungsverfahren (Kleben) und mechanische Belastungen. Im nächsten Schritt wurden die Anforderungen der Partner für die Identifikationsprozesse und die Hardware erfasst und in einem Anforderungsprofil festgehalten, das durch die anschließende Definition der Komponenten vervollständigt wurde.

Unter Einhaltung der GS1 Richtlinie für RFID-Holzpaletten wurde das Konzept schließlich durch CHEP in Form von 300 Pilotpaletten am Standort Castrop-Rauxel umgesetzt. Da es sowohl bei dem RFID-Label als auch bei der Klebeverbindung jeweils zwei in Frage kommende Varianten gab, wurde durch den Pilotumlauf die geeignetste Variante bestimmt.

Durch das im IML installierte Lokalisierungssystem konnte außerdem ein Antennensetup entwickelt werden, das die Entwicklung eines Referenztests ermöglichte.

6.7 Arbeitspaket 6

Das Arbeitspaket 6 „**Anforderungen und Validierung**“ bestand aus den sechs Unterarbeitspaketen „Stakeholdergruppenaufbau“, „Erstellen der Anforderungsmatrix“, „Validierungskonzept E-Technik“, „Interaktionsschnittstellen“, „Integration der externen Inhalte“ sowie „Abstimmungskonsolidierung“ und diente der Validierung des Projektes aus Kunden- und Anwendersicht.

Dieses AP fand in allen Teilaufgaben von smaRTI Anwendung. Mit der Anforderungserstellung sowie der Validierung der Ergebnisse aus den anderen Arbeitspaketen wurde eine Zielerfüllungsprüfung über die gesamte Projektlaufzeit gewährleistet. Somit erhielt dieses AP ebenfalls einen steuernden Charakter. Kernstück war die Einbeziehung von Stakeholdern, die zum Teil nicht im Projekt beteiligt waren und daher als Externe eine weitere Kontrollfunktion innehatten. Das Fraunhofer IML hat im Rahmen dieses Arbeitspaketes die Anforderungen der Stakeholder, die für das Projekt relevant waren, ermittelt. Der Aufbau der Stakeholder Group, die während der Projektlaufzeit auch „smaRTI Usergroup“ genannt wurde, basiert somit auf einer umfangreichen Recherchearbeit des Fraunhofer IML. Über den gehaltenen GS1 Arbeitskreis „intelligente Palette“ wurde die Usergroup integriert. Die dort involvierten Partner (Handel, Palettenhersteller, Industrie) boten eine geeignete Plattform, um Anforderungen abzufragen und Entwicklungsinput zu leisten. Zudem wurden regelmäßige Telefonkonferenzen zur Entwicklung des Standards abgehalten. Über die Gespräche mit den Experten, aber vor allem durch die Vor-Ort-Termine mit Prozessaufnahmen, konnte ein gesamtheitliches Bild über den Supply-Chain-übergreifenden Prozess entwickelt werden. Eine Anforderungsmatrix

stellte dabei das Rahmenwerk. In dieser befand sich ein allgemeingültiger Prozess, der für die Gruppen vertretbar war. Die verschiedenen Perspektiven von Vertretern aus Industrie und Handel wurden dort eingebracht und zusammengeführt. Die Anforderungen aus dem Projekt wurden permanent mit den Stakeholdern abgeglichen. So konnten die beiden „Kreise“ Projekt smaRTI und die Usergroup gegenseitig von den Erkenntnissen profitieren. Durch den intensiven Austausch mit den Stakeholdern konnten weitere Anforderungen erfasst und mit den Hardwarelieferanten abgestimmt werden. Das Testing der Prototypen erfolgte dann im Pilotumlauf. Außerdem wurden Lokalisierungstests für den Luftfrachtbereich durchgeführt, die zu einem erfolgreichen Ergebnis führten. Parallel dazu wurde das Roll-Out eines Piloten im Cargo Hub Süd durchgeführt.

Das Fraunhofer IML erfasste die verschiedenen Energieformen, die das Projekt beeinflussten. In einer „Input-Output“-Matrix wurden die verschiedenen Größen erfasst. Das Ergebnis war, dass die verwendeten Technologien in den Bereichen Luftfracht und FMCG rein passiv waren.

Der Pilotumlauf im Bereich FMCG wurde den smaRTI Stakeholdern vorgestellt. Daraufhin beteiligte sich der Stakeholder Palettenservice Hamburg am Pilotumlauf und konnte innerhalb weniger Wochen IT-technisch aufgeschaltet und aktiv in den Piloten eingebunden werden.

6.8 Arbeitspaket 7

Das Arbeitspaket 7 „**Innovationsintegration und Demonstrationsentwurf**“ wurde als Querschnittspaket zu den anderen AP gestaltet und teilt sich in die Unterarbeitspakete „Zusammenführen der Hardwarekomponenten“, „Installation der Komponenten“, „Testbench“, „Fertigstellung Prototyp“, „Testszenarien“ und „Implementierung“. Das Fraunhofer IML war an allen Unterarbeitspaketen bis auf „Zusammenführen der Hardwarekomponenten“ beteiligt.

Im Unterpaket „Installation der Komponenten“ wurden umfangreiche Testreihen zur Bestimmung der optimalen Anbringungsart und -ort der RFID-Transponder an den Ladehilfsmitteln durchgeführt. Hierbei wurde von Seiten des Fraunhofer IML insbesondere mit LHCG, REWE, Chep und Mars zusammengearbeitet. Zur optimalen Kooperation wurde der ad-hoc-Arbeitskreis „intelligente Palette“ initialisiert. Als mögliche Anbringungsarten wurde ein Vernageln der Transponder, das Anbringen der Transponder mit Klebstoff sowie das Einbetten der Transponder in eine in den Ladungsträger gefräste Vertiefung untersucht. Im Zuge der Tests ergab sich eine Abhängigkeit der optimalen Anbringungsart von der Nutzungsweise der Palet-

ten. Das heißt, je nach Einsatzgebiet (z.B. Luftfracht, Handel, LDL) sich die Eignungsgrade der getesteten Anbringungsarten wesentlich unterscheiden.

Im Unterpaket „Testbench“ wurden mit LHCG und dem Bereich Handel (Chep, REWE, Mars) zwei wesentliche Use-Cases untersucht. Im Bereich Luftfracht wurde ein Prototyp der intelligenten Luftfrachtpalette mit RFID und GPS-Einsatz entwickelt. Reihentests zur Lokalisierung passiver UHF-Transponder im openID-center wurden abgeschlossen und beim Pilotaufbau im Cargo Hub Süd am Frankfurter Flughafen installiert, wo Praxistests durchgeführt wurden.

Im Unterpaket „Fertigstellung Prototyp“ wurde für den Bereich FMCG die Entwicklung der intelligenten Europalette sowie weiteren intelligenten Ladungsträgern des Handels beschrieben. Die Entwicklung der IT-Architektur nach EPC-Standard wurde getätigt. Die Pilotierung eines Ladungsträgerkreislaufs über die Partner CHEP, Mars und REWE gehörte dazu, ebenso die Pilotierung der smaRTI-Palette.

Die IT-Architektur wurde schlussendlich als Cloud-Dienst im Fraunhofer IML entwickelt. So ist smaRTI ein cloudbasierter Dienst, welcher nutzbar über verschiedene webbasierte Schnittstellen ist. Die Nutzung hybrider AutoID-Technologien erfordert Know-How in Hardware, Software und Identifikationstechnologien. Deswegen wurden ausführliche Tests mit den Partnern durchgeführt.

SmaRTI ist eine einfache und standardisierte Lösung, die schnell ausgerollt werden kann. Es ist ein System, mit dem universell ein hybrider autoID-Prozess webbasiert modelliert und physisch ausgerollt werden kann.

Ein besonderes, erstes Durchführungsbeispiel ist die smaRTI-Pilot-Supply-Chain zwischen den Partnern Fraunhofer IML, Chep, Mars und Rewe, dargestellt in Abbildung 10. Es werden dazu Paletten von Chep bereitgestellt. Diese Paletten sind mit für smaRTI entwickelten autoID-Technologien ausgestattet. Die Paletten werden bei Mars zur Verfügung gestellt. Es werden Produkte von Mars kommissioniert und auf Holzpaletten verbracht und an Rewe versendet. Im Zentrallager von Rewe erfolgt entweder das weitersenden von Ganzpaletten oder das runterbrechen und neukommissionieren von Paletten, beispielsweise über Cross-Docking oder Einlagern. Dann werden Produkte weiter an einzelne Filialen versendet. Es werden in allen Schritten Echtzeit-Events der gesamte Supply Chain hinweg aufgenommen und gespeichert, dabei werden die Standards basierend auf GS1 EPCIS verwendet. Dies geschieht über die vom Fraunhofer IML aufgebaute Software hinaus.

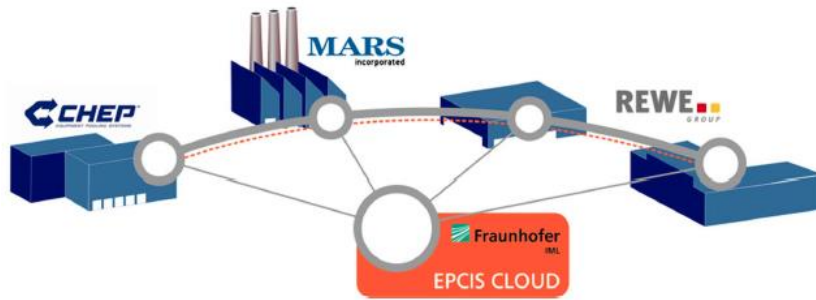


Abbildung 10: smaRTI Pilot Supply Chain

Der smaRTI FMCG Pilot wurde in der Durchführung mit über 1.000 Testpaletten im Kreislauf getestet, mit denen mehrere full-circle Kreisläufe absolviert wurden. Ergebnisse aus den Tests waren, dass die mechanische und technische Beständigkeit bewiesen wurde. Des Weiteren wurde eine Fehlerreduktion bei Identifikationspunkten aufgetan und die Optimierung des Repositories gewährleistet.

7 Erläuterungen zum zahlenmäßigen Nachweis

Das Projekt wurde kostenneutral um 4 Monate verlängert und endete am 30.4.2014. Gründe zur Verlängerung waren, dass sich während der Projektlaufzeit verschiedene Entwicklungszweige ausgetan haben, die den konzeptionellen und IT-technischen Entwicklungsteil maßgeblich erweitert haben. Durch die kostenneutrale Projektverlängerung waren die Projektpartner in der Lage ihre anfangs definierten Ziele realistisch, zufriedenstellen und wirksam zu erreichen. Bei der Pilotierung des smaRTI Systems gab es Verzug bei der Lieferung und Installation von bestellten RFID Lesegeräten, welche ohne die Verlängerung nicht mehr sinnvoll in die Pilotierung integriert worden wäre.

Es wurde keine Kostenposition erläuterungswürdig überschritten. Der geplante Personalkosten- und Sachmittelansatz wurde vollständig ausgeschöpft und angemessen während der Projektlaufzeit angemessen eingesetzt. Vom Fraunhofer IML arbeiteten in den einzelnen Arbeitspaketen vorwiegend Projektmanager, wissenschaftliche Mitarbeiter und studentische Hilfskräfte.

Der geplante Investansatz wurde unterschritten. Hier ergab sich im Gegensatz zur Vorkalkulation während der Projektlaufzeit eine Abweichung. Ein Teil der geplanten Hardware für RFID Lesegeräte wurde im Rahmen des Pilotbetriebs von einem Partner (Mars) beschafft und musste nicht von Fraunhofer IML bereitgestellt werden. Teile von Messedemonstratoren konnten von Fraunhofer IML im Eigenbau selbst erstellt werden.

8 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die über dreieinhalb Jahre geleistete Arbeit und Entwicklung führte zu amortisierenden Ergebnissen. Dies zeigt sich anhand verschiedener Aspekte.

Zum einen war die über den Zeitraum erfolge Zusammenarbeit der Projektpartner stets kreativ, effektiv und harmonisch, da die beteiligten Unternehmen den Sinn und die möglichen Verbesserungen im operativen und taktischen Geschehen für ihr eigenes tagtägliches Geschäft wussten und somit die Motivation hatten, smaRTI voranzutreiben. Die im Nachhinein entwickelte „smaRTI Usergroup“ und die Auszeichnung mit dem ECR-Award zeigen, dass die smaRTI zugrundeliegende Projektidee nicht nur für die beteiligten Unternehmen sinnvoll und zukunftsorientiert war, sondern auch externe Parteien, zum Beispiel aus der Industrie und Forschung, den Nutzen von smaRTI erkannt haben. Dies gewährleistet den zukünftigen Nutzen der generierten Ergebnisse.

Die Projektpartner hatten unterschiedliche Motivationen für die Beteiligung und beschäftigten sich in ihrem täglichen Wirtschaften mit unterschiedlichen Dingen. Aus der Konstellation lässt sich der Nutzen für smaRTI feststellen, sowie dass ein deutlicher Bedarf an einer zentralen Förderung nötig war. Die Projektpartner haben alle ein Interesse an solchen Lösungen, hatten aber aus unternehmerischer Sicht nicht die Möglichkeit eigene Ressourcen für diese übergeordnete Thematik freizustellen und insbesondere in einem neutralen Konsortium eingebunden an einem Projekt mitzuwirken.

Das hohe Eigeninteresse wurde durch die hohen Eigenaufwände der Handelspartner ebenfalls dargestellt und führte zu repräsentativen Forschungsergebnissen.

Der ECR-Award wurde an die an smaRTI beteiligten Unternehmen in der Kategorie *Unternehmenskooperation Supply Side* im Jahr 2013 verliehen. Besonders hervorgehoben wurde von den Verleihern, dass eine Revolution entlang der Lieferkette von den Projektpartnern gemeinsam entworfen wurde. Die Auszeichnung ging an smaRTI, da die Idee als besonders zukunftsweisend empfunden wurde, was sie auch ist. Für besonders gut wurde befunden, dass nach dem Vorbild des „Internet der Dinge“ die Transportgüter sich selbstständig ihren Weg durch das logistische Netzwerk suchen, und somit das Ergebnis mehr Effizienz, optimierte Warenverfügbarkeit und volle Kundenzufriedenheit dem Projekt smaRTI zugrunde liegt.

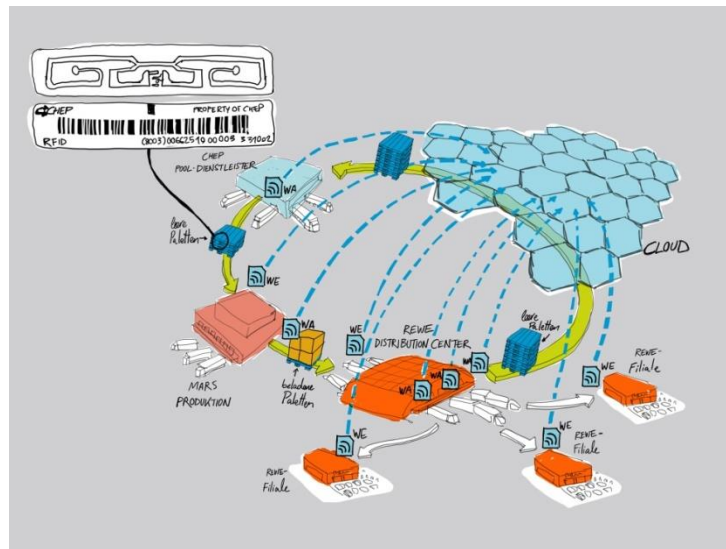


Abbildung 11: Das Internet der Dinge ermöglicht smart RTI's

9 Nutzen des Projektes

Globaler Handel und Warenströme wachsen stetig. Ob der Transport im Behälter oder auf der Palette erfolgt – Ladungsträger sind eine der wichtigsten Ressourcen der Logistik. Sie fassen einzelne Packstücke zu einer Einheit zusammen und ermöglichen so eine verbesserte Konsolidierung. Ein nahtloser unternehmensübergreifender Prozess zwischen Logistikdienstleistern und Lieferanten ist notwendig. Häufig werden die Ladungsträger auf ihrem Weg zwischen den Partnern zu einer Black-Box, die ihren Inhalt erst nach der Öffnung preisgibt. Jedoch können unnötige Kosten vermieden werden, wenn die Transparenz der Ladungsträger erhalten bleibt. Und genau darin besteht der Nutzen des Projekts smaRTI. Denn durch die Nutzung von RFID, Lokalisierungstechniken und Barcodes werden die Ladungsträger sowie der Materialfluss sowohl intelligent, als auch transparent. Die in smaRTI verwendeten Paletten hinterlassen dank des robusten RFID-Funkchips überall Datenspuren und sind einzeln identifizierbar. Dadurch kann zum einen die Chep-Zentrale mitverfolgen, wie viele Paletten sich bei welchem Partner befinden, zum anderen können Kunden, Spediteure und Lieferanten jeden einzelnen Schritt der Palette entlang der Supply-Chain nachverfolgen. Kommt es dennoch zu Fehlern, wie z.B., dass eine Ladung nicht komplett am Ziel ankommt, wird dies durch das System angezeigt. Auch die auf der Palette angelieferte Ware kann anhand des RFID-Chips identifiziert werden und durch die Antennen, die an allen relevanten Stellen angebracht wurden, auch lokalisiert werden. Dadurch lassen sich kostenträchtige Fehler vermeiden, denn auch im Lager schlägt das System Alarm, wenn eine Palette falsch positioniert wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass auf den RFID-Chips auch der geplante Transportweg gespeichert ist. Das bedeutet,

die Ladungsträger wissen nicht nur wo sie sind und was sie befördern, sondern auch wo sie hin müssen und können durch die Verständigung mit anderen Paletten den optimalen Weg dorthin ermitteln.

Welchen Nutzen das Projekt smaRTI tatsächlich hat und vor allem welches Kosteneinsparpotenzial besteht, lässt sich gut am Beispiel der Konsumgüterindustrie verdeutlichen. Im Einzelhandel sind heute durchschnittlich 5 bis 10 % aller Produkte nicht in ihren Regalen verfügbar. Davon wird etwa ein Drittel durch Bestellprozessfehler hervorgerufen. Damit liegen die allein durch Bestellprozessfehler verursachten Umsatzverluste zwischen 2 und 3 % des Gesamtumsatzes. Das Projekt smaRTI gewährleistet die vollständige Transparenz im Distributionsprozess und kann diese Quote somit auf unter 0,5% reduzieren. Für den deutschen Handel mit einem Jahresumsatz in Höhe von 400 Mrd. EUR kann dies bis zu 8 Mrd. EUR bzw. 2 % mehr Umsatz bedeuten. Des Weiteren lassen sich so auch Palettenverluste auf Industrie- und Handelsseite um bis zu 50 % reduzieren. Damit und durch eine höhere Effizienz lässt sich zudem der Bestand von Ladungsträgern um etwa 10 % reduzieren.

Durch die größer werdende Bekanntheit des Projektes in der FMCG Branche wurde und wird das Thema der individuellen Erfassung von Ladungsträgern immer interessanter für viele weitere Unternehmen. Gemessen wird dies anhand der Anfragen, die beim IML eingehen. Eine erfolgreiche Fortsetzung von smaRTI in Industrie- oder Forschungsprojekten ist damit sehr wahrscheinlich. Viele Palettenhersteller wie die EPAL oder die Firma Falkenhahn haben bereits RFID-Holzpaletten vorgestellt, die nach der smaRTI-Systematik gekennzeichnet sind. Dies zeigt, dass das Projekt in der Branche einen Durchbruch erreicht hat. Auch der Partner Chep hat die Testergebnisse aus dem Projekt bereits für die Entwicklung eines neuen intelligenten Ladungsträgers, die cardboard pallet, genutzt.

Auch die in smaRTI entwickelten Ansätze für eine cloud-basierte Datendrehscheibe stießen auf ein sehr großes Echo seitens der Industriepartner. Daraufhin hat das Projektteam sich entschieden, den Business-Case in Form eines Businessplans zu prüfen. Dieser Businessplan wurde im Rahmen des Wettbewerbs start2grow unter die Top 10 gewählt. Die in smaRTI entstandene Softwarelösung stellt ein Novum in der Ladungsträgermanagement-Software-Welt dar, da die eventbasierte Steuerung in dieser Form bisher noch nicht umgesetzt wurde. Auch hier gibt es schon einige Interessenten, wodurch eine weitere Verwendung der Software nach smaRTI sehr wahrscheinlich ist.

Durch die intensive Zusammenarbeit im Bereich der Lokalisierung mit der Firma Mojix wurde in Dortmund eine gemeinsame Entwicklungsanlage geschaffen. In einem Zeithorizont von einem Jahr nach Projektende ließen sich mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen im Bereich der Antennenkonfiguration neue Anwendungen entwickeln, die auch außerhalb des Be-

reiches der Intralogistik liegen. In einem Zeitraum von bis zu drei Jahren nach Projektende können die wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Arbeitskreise der Standardisierungsorganisation GS1 mit eingebracht werden, um das Projektziel „branchenübergreifend“ schnellstmöglich in anderen Bereichen weiterzutragen und so eine schnellere Abstimmung und Umsetzung zu erreichen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Bereich des RFID-Taggings von Ladungsträgern sowie im Bereich der Antennenkonfiguration für Lokalisierungssysteme können außerdem konsequent in die Richtung „smart objects“ weiterentwickelt werden. Das heißt, die Objektintelligenz, die in smaRTI erforscht wurde, wird mit weiteren Sensoren und Kommunikationstechnologien verknüpft. Dies könnten weitere Funktechnologien sein, wie z.B. ZigBee. Dadurch würde der Ladungsträger als intelligentes Objekt mit weiteren Systemen entlang der Supply Chain verbunden werden.

Für die beteiligten Projektpartner haben sich aus smaRTI heraus auch viele Nutzenfaktoren ergeben.

Für Rewe sind nutzbare Nebeneffekte entstanden, wenn auch zugestanden werden musste, dass mit smaRTI ein hoher Zeitaufwand einherging. Nützlich für das zukünftige Business sind auch die gewonnenen Erkenntnisse über Bedarfe und Denkweisen anderer Akteure aus anderen oder gleichen Branchen. Des Weiteren wurde angemerkt, dass beim Clustermanagement eine bessere Vernetzung von Nöten ist.

Infineon war mit dem Verlauf und Ergebnis so zufrieden, dass dem Wunsch nach Folgeaktivitäten kundgetan wurde.

Die Deutsche Post AG möchte ebenfalls in Zukunft an weiteren Projekten mit ähnlich revolutionärem Hintergedanken wie bei smaRTI arbeiten. So hinterließ die Arbeit an smaRTI große interne Effekte und hatte eine „Türöffner“-Funktion im Unternehmen, woraus die Motivation entstand, diese Forschung weiter voran zu treiben. Die wissenschaftlichen Aspekte werden als sehr lohnenswert empfunden, allerdings besteht die Frage nach der Wirtschaftlichkeit, die momentan noch nicht unbedingt gewährleistet ist. Doch wichtig ist, dass die Potentiale noch mehr genutzt werden müssen.

Für Chep entwickelten sich durch smaRTI heraus 5 Business Cases. Chep sieht das Potential, dass weitere Geschäftsmodelle entwickelbar sind. Die Lufthansa Cargo AG konnte durch smaRTI ebenfalls Erkenntnisse für das Business gewinnen.

Databirds

Die parallele Entwicklung der technischen Arbeitspakete wurde im Arbeitspaket 7 in die Geschäftsmodelle integriert. Die Entwicklung neuartiger Lösungen wird auf drei maßgebliche

Anwendungen übertragen, die eine ganzheitliche Betrachtung der zu entwickelnden Hardware sowie Software bei den branchengrößten Unternehmen ermöglicht. Dabei steht das Erreichen der Ziele des Leitthemas im Vordergrund. Wandelbare Logistiksysteme entstehen durch das Zusammenspiel der neusten IuK-Technologien, der neuen Prinzipien der logistischen Organisation (Internet der Dinge, Serviceorientierung) und neuen Möglichkeiten der Handhabung und der Flexibilität (Hub2move).

Die Idee zu DataBirds entstand aus der Entwicklung des smaRTI Repositories. Es umfasst eine internetbasierte Softwarelösung und basiert auf bestehenden Standards. Das Pay-per-Information-Prinzip ist zentral bei DataBirds: es hat ein flexibles Zahlungsmodell.

Der Nutzen von DataBirds ist vielfältig. Es gibt weniger Verladefehler, Out-of-Stock-Situationen werden vermieden, Pufferbestände und Schwund treten so gut wie nicht mehr auf. Eine höhere Prozessqualität in der Logistik wird generiert und die Warentransporte zwischen Unternehmen werden transparenter.

DataBirds wurde Preisträger beim Gründungswettbewerb start2grow im Jahr 2012.

Die intelligente Luftfrachtpalette

Die Lufthansa Cargo verfügt über mehr als 40.000 Ladungsträger mit einem Stückwert von mehreren tausend Euro. Diese sogenannten Unit Load Devices (ULD) dienen dabei zum sicheren und standardisierten Transport der Waren und Güter in den entsprechenden Flugzeugen. Durch das internationale Netzwerk mit 400 Standorten, die Kooperation mit anderen Airlines und die hohe Anzahl der Ladungsträger mit entsprechend hohem Wert, sind die Materialflüsse und die überlagerten Informationsflüsse der Ladungsträger äußerst geschäftswirksam und gleichermaßen komplex. Die Entwicklung der intelligenten Palette fokussiert daher die Vernetzung der ULD mit Hilfe von hochmodernen IuK-Technologien unter Berücksichtigung der Energieautarkie der Elektronikkomponenten. Paletten machen rund 80 % der eingesetzten Ladungsträger aus. Daher zielen die Entwicklungsarbeiten auf die Integration der entsprechenden Module in Paletten, die als Basisaufbau für die Container dienen. Kann diese Entwicklung erfolgreich durchgeführt werden, ist die LCAG in der Lage alle Ladeeinheiten im Materialfluss automatisch dezentral zu steuern und transparent zu gestalten. Geringere Transportkosten, höhere Raumausnutzung, geringere Standzeiten, kein Palettenschwund, Echtzeitüberwachung der Waren, automatische Ladeplanerzeugung und neue Geschäftsmodelle für kritische Güter sind die enormen Vorteile dieser Technologie. Um die Entwicklungen vorzunehmen sind hohe Anforderungen an die Miniaturisierung und Energieversorgung zu lösen. Der ULD-Palettenrahmen hat einen Hohlraum in dem die gesamte Technologie integriert werden muss. Die einzelnen Bauteile des GPS-Gerätes müssen so miniaturisiert wer-

den, dass sie im Verbund mit den anderen Modulen in dem Hohlraum einwandfrei arbeiten. Zur Kalibrierung der Technologie sind umfangreiche Analysen über die Logistikprozesse einer ULD Palette im Hinblick auf Vibration, die zur Stromerzeugung notwendig ist, erforderlich. Es müssen Daten über Bewegungs- und Standzeiten sowie der Grad der Vibration erhoben werden. Es sind Erkenntnisse zu gewinnen, die Rückschlüsse auf die benötigte Energie für ein GPS-GSM-OFD-Modul zulassen. Entsprechend ist zu erarbeiten wie viele Kinematikgeneratoren benötigt werden. ULD Paletten sind extremen Witterungs- und Handlinganforderungen ausgesetzt. Aus diesen Gründen müssen alle verwendeten Bauteile in einer erschütterungsarmen Masse vergossen sein.

Smartlet – Die intelligente Briefpost

Die Deutsche Post betreibt mit über 80 Briefzentren in Deutschland eine der größten und komplexesten Logistiknetzwerke in Europa, um Lieferzeiten von einem Tag gewährleisten zu können. Für die Briefzustellung werden neben 11 Millionen Briefbehältern auch 120.000 Briefbehälterwagen eingesetzt. Dieses enorme Umlaufvermögen, mit einem Wert von ca. 85 Millionen Euro, unterliegt durch die Heterogenität der Kunden und des großen Netzwerks hohen Unsicherheiten in Bezug auf Menge und örtlicher Zuordnung. Darüber hinaus werden die logistischen Relationen über papierbehaftete Informationen am Ladungsträger bestimmt, die für jeden Transport neu erstellt werden müssen. Neben dieser grundsätzlichen logistischen Herausforderung übt die Konsolidierung des Marktes, der Fall des Briefmonopols und die zunehmende Auflösung von Filialen sowie der damit verbundene Aufbau von externen Annahmestellen einen wachsenden Handlungsdruck auf die Wettbewerbsfähigkeit der logistischen Leistungserbringung aus. Die Deutsche Post kann durch die Entwicklung von intelligenten Transport-Betriebsmitteln in smaRTI in mehrfacher Hinsicht profitieren.

Durch die Möglichkeit des in AP5 entwickelten Dualinterface-Chips ist die Identifikation in den logistischen Prozessen per UHF Gen 2 über große Entfernungen möglich. Zudem wird in den externen Filialen das Auslesen und Beschreiben der Transportmittel mit Zielinformationen durch NFC-fähige (ISO 14443) Mobilfunkgeräte der nächsten Generation für Mitarbeiter auf einfache und flexible Weise möglich. In Zusammenspiel mit der neuartigen Leseinfrastruktur ohne Reader und Gates, sondern der kompletten Ausleuchtung der Briefzentren mit Lokalisierung im Genauigkeitsbereich von unter einem Meter, wird die gesamte Prozesssteuerung durch die smaRTIs umgesetzt. Die Deutsche Post ist somit in der Lage, die in einer externen Annahmestelle mit Zieldaten beschriebenen Transportmittel bei Ankunft im Briefzentrum automatisch mit hohem Abstand zu erfassen, auf den Meter genau zu lokalisieren und der entsprechenden Ausgangsstelle zuzuordnen. Leere Transportmittel können direkt über die UHF-

Schnittstelle und das Lese/Schreibsystem automatisch als leer/frei beschrieben werden. Eine deutliche Beschleunigung und Vereinfachung der Prozesse kann somit gewährleistet werden. Die Einsparung von rund 40 % der eingesetzten Ladungsträger ist somit ein realistisches Ziel. Zudem lassen sich durch diese Lösungen völlig neue Geschäftsmodelle im Briefbereich mit hochgenauen Lieferzeiten und Echtzeit-Tracking anbieten.

Smarti trade – Der Handel der Zukunft

Der Anteil der Aktionsware in der Lebensmittelversorgungskette hat einen Anteil von 30 % des gesamten Umsatzes erreicht. Aktionswaren sind kurzfristig angebotene Artikel, die sich in Bezug auf Verpackungsgröße, Geschmacksvariante, Verpackungsdesign und Preis vom Standardprodukt für den Kunden abheben. Aktionsware wird mit hohem Aufwand besonders angeworben, wodurch der Wert der Ware für den Handel zusätzlich ansteigt. Der hohe Anteil an Aktionsware ist dabei mit erhöhtem Aufwand bei der Steuerung der Versorgungskette verbunden. Besonders kritisch sind Situationen, in denen die Ware bereits beworben wurde, allerdings nicht im Store für den Kunden verfügbar ist (sog. out-of-shelf). Die out-of-shelf Situation wird als größtes wirtschaftliches Risiko im Handel angesehen, da aktuelle Studien belegen, dass nicht nur direkter Umsatzverlust, sondern auch Kundenverlust mit einer out-of-shelf Situation einhergeht. Gründe können ein verspätetes Eintreffen der Ware am Store, Verzögerungen in der Transportkette, oder eine verspätete Verräumung vom Backstorebereich auf die Verkaufsfläche sein. Zudem wird die Rückverfolgbarkeit für die Verbraucher zunehmend wichtiger. Informationen über die Herkunft des Produktes und auch Informationen über den sogenannten Carbon Footprint, die CO₂-Bilanz eines Produktes, rücken in das Interesse des Verbrauchers. In diesem Spannungsfeld stellen die hier entwickelten IKT-Instrumente ein notwendiges Hilfsmittel dar. Die smaRTIs, auf denen die Waren von der Industrie über die Distributionszentren des Handels an die Verkaufsgeschäfte geliefert werden, sind das zentrale Steuerungsmedium für den elektronischen Datenaustausch zwischen Industrie und Handel. Wird eine elektronische Bestellung des Handels beim Produzenten kommissioniert, können die entsprechenden Daten der Ware durch den Transponder auf der Palette an das Distributionszentrum geliefert werden. Im Distributionszentrum wird mit Hilfe der neuen Lokalisierungstechnologie (AP4) die Ware nicht nur identifiziert und vereinnahmt, sondern es werden auch die kompletten Bestände eines Distributionszentrums online mit Ortsinformationen im IT-System sichtbar gemacht. Transponder mit NFC/UHF-Schnittstelle, die auf besonderen Verpackungen pilotiert werden, können in einem weiteren Schritt die Kommissionierung unterstützen. Die konsolidierten Ladeeinheiten werden über die Ausgangsrampen an die entsprechenden Stores (Verkaufsgeschäfte) verteilt. Im Backstore Bereich werden die Ladeeinheiten

erfasst und können als Backstore Stock (Bestand) verbucht werden. Beim Übergang in den Frontstore wird die Ware als „verräumt“ umgebucht. Die Pilotwaren mit NFC/UHF Tags können vom Kunden mit NFC Handy ausgelesen werden. Die Informationen auf den Tags bieten dem Kunden Daten über den exakten Herkunftsort und die Erzeugungsform, sowie die CO₂-Bilanz des Produktes als Kaufentscheidungsunterstützung. Nach dem Abverkauf kann über die abkassierten Waren sowie über den Rücklauf der intelligenten Ladungsträger in den Backstorebereich die Supply-Chain adäquat in Bezug auf Nachschub, Bestand und Produktion gesteuert werden.

10 Fortschritte und Entwicklungen auf dem Gebiet des Projektes bei anderen Stellen

Aktuell werden RFID-Lösungen sowohl im Bereich der Kunststoff-, als auch im Bereich der Holzpaletten angeboten. Grundsätzlich ist dabei zwischen dem Einsatz als Einwegladungsträger und dem Einsatz als Mehrwegladungsträger zu unterscheiden.

Im Einwegbereich sind die RFID-Paletten der INKA GmbH zu erwähnen, welche diese Paletten in Zusammenarbeit mit der Tacke Systemtechnik GmbH und dem System- und Softwarehaus ESG Elektroniksystem- und Logistik GmbH (ESG) entwickelt hat. Die Palette verfügt über einen RFID-Tag, welcher vor dem Pressvorgang in den Holzwerkstoff integriert wird. Die Tauschpalette besteht ebenfalls aus Holz, welche die Falkenhahn AG in Kooperation mit der World Pallet AG fertigt. Wissenschaftlich wurde das Projekt durch das Institut für Distributions- und Handelslogistik des VVL e.V. Dortmund begleitet. Bei diesem Konzept wird der RFID-Tag nicht sichtbar in den Mittelklotz der Palette integriert, dadurch wird das Ziel ermöglicht, eine hohe Belastungsfähigkeit zu erzielen. Bei dem Tag handelt es sich um einen UHF-Tag, der frei beschreibbar und auf bis zu 5 m auslesbar ist. Auch die Felix Schoeller Supply Chain Technologies GmbH & Co. KG nutzt die RFID-Technologie in Verbindung mit Mehrwegladungsträgern aus Holz. Die Rundpaletten, die als Ladungsträger für Papierrollen dienen, werden am Außenklotz mit einem RFID-Tag versehen.

Im Bereich der Kunststoffpaletten ist die Europalette CR1 zu nennen, die von der Paul Craemer GmbH entwickelt und vertrieben wird. Hierbei handelt es sich um eine Palette, in die 2 UHF-Transponder (868 MHz) integriert werden.

Bestrebungen verschiedener Unternehmen im Bereich Handel zielen darauf ab, die im Einsatz befindliche EUR-Holzpalette mit einer weltweit eindeutigen Kennzeichnung zu versehen. Dazu wurde bereits eine Guideline in Zusammenarbeit mit der Standardisierungsorganisation GS1 erarbeitet. In dieser Richtlinie werden unter anderem die aus Sicht der Unternehmen

optimale Anbringungsposition sowie die Datenstruktur für einen RFID-Transponder empfohlen. Demnach soll eine EUR-Holzpalette mit 2 Transpondern jeweils auf der Längs- und Schmalseite ausgestattet werden. Als eindeutige Identifikationsnummer soll die GRAI auf den Transponder abgebildet und gespeichert sein.

In verschiedenen Kooperationsprojekten zwischen Wissenschaft und Industrie wurden nach diesen Vorgaben bereits erste Prototypen entwickelt. Im Forschungsprojekt smaRTI sind ca. 1.000 dieser Prototypen im Einsatz. Sie werden von Chep bereitgestellt und von REWE und Mars genutzt. Die auf RFID- und Barcode-Technologie basierte Verfolgung wird durch ein von Fraunhofer entwickeltes IT-System sichergestellt. Ziel des Vorhabens ist es, den Nutzen durch die Transparenzsteigerung zwischen den einzelnen Partner zu beweisen. Die bisher im Umlauf befindlichen Paletten wurden manuell gekennzeichnet. Durch das Projekt konnten bereits erste Erfahrungen in Bezug auf Klebeverbindung sowie Etikettenmaterial gesammelt werden, die für dieses Projekt nutzbringend sind.

Im Februar 2013 hat die Firma EPAL bekanntgegeben noch im laufenden Jahr die weiße Tauschpalette mit RFID auszustatten. Die Arbeiten münden in der von GS1 gegründeten Arbeitsgruppe „RFID an der Palette“. Aktueller Stand dieses Projektes ist, dass ein Transponder inklusive Housing und Anbringungsvariante (gefräste Vertiefung und Tackern) ausgewählt wurde und erste, manuell produzierte Prototypen getestet werden. Ziel der Tests ist es herauszufinden, ob die Art der Anbringung einen Einfluss auf die generelle Stabilität der Palette hat und ob die Robustheit von Transponder und Anbringung für den logistischen Einsatz ausreicht.

11 Veröffentlichungen

Tabelle 2: Veröffentlichungen durch das Konsortium

Lfd. Nr.	Titel der Veröffentlichung	Art (Artikel, Studie, Buchbeitrag, etc.)	Medium (Verlag, Zeitschrift, Broschüre)	Referenz (ISBN, Ausgabe/Seite, Download)	Datum (ggfs. in Vorbereitung für ...)
1	Comparison of extended and unscented Kalman Filter for localization of passive UHF RFID Labels	Tagungsband	General Assembly and Scientific Symposium, 2011 XXXth URSI		Aug 11

2	Localization of Passive UHF RFID Labels with Kalman Filter	Tagungsband	URSI Kleinheubacher Tagung 2011		Sep 11
3	Localization of UHF RFID Labels with Reference Tags and Unscented Kalman Filter	Tagungsband	IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications (RFID-TA)		Sep 11
4	Potential of MISO Transmission for RFID Communication	Tagungsband	URSI Kleinheubacher Tagung 2011		Sep 11
5	Die Welt wird smart – Geförderte Forschungsprojekte: openID-center geht mit großen Schritten ins nächste Jahrzehnt	Zeitschriftenaufsatz	ISIS AutoID/RFID Special (Fachzeitschrift)	http://www.isis-specials.de/profile_pdf/1f605_ed2_rfid0111.pdf	2011
6	Localization of Passive UHF RFID Label with Unscented Kalman Filter Based on Angle-Dependent RSSI	Beitrag	Wysocki (Hg.) – 2011 5th International Conference		2011
7	Performance of BCH Codes and Transmit Diversity for MISO UHF RFID Communication	Tagungsband	European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies (Smart SysTech 2012)		Jun 12
8	Multi-Hypothesis Kalman Filter for RFID-Based Localization and Tracking	Tagungsband	URSI Kleinheubacher Tagung 2012		Sep 12
9	Posterior Cramer-Rao Lower Bounds of RFID Localization	Tagungsband	20th International Conference on Software, Tele-		Sep 12

			communi-cations and Computer Networks (Soft-COM) 2012		
10	Implementation and Extension of a GNU-Radio RFID Reader	Tagungsband	URSI Klein-heubacher Ta-gung 2012		Sep 12
11	Modeling and Simulation of MISO Diversity for UHF RFID	Tagungsband	Communi-cation Federated Con-ference on Com-puter Science and Information Sys-tems (FedCSIS), 2012		Sep 12
12	Fuzzy-Adaptive Kaiman Filter for RFID localization	Tagungsband	International Con-ference on Ubiq-uitous Positioning, Indoor Navigation and Location Based Service (UPINLBS) 2012		Okt 12
13	Camera-assisted localiza-tion of passive RFID labels	Tagungsband	2012 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navi-gation (IPIN)		Nov 12
14	Signalverarbeitungsmetho-den zur Lokalisierung pas-siver UHF RFID Label in der Logistikbranche	Tagungsband	6. Dresdner RFID-Symposium		Dez 12
15	Intelligent gemacht	Zeitungsartikel	LOGIS-TIK HEUTE Maga-zin (2012), Nr. 5.	Heftnr.: 5	2012
16	Wenn die Palette den Transporter bestellt	Zeitschriften-aufsatz	weiter.vorn - Das Fraunhofer-Magazin	Heftnr.: 1 Seite: 33	2012
17	The impact of virtual, re-mote, and real logistics labs	Buch	Springer	ISBN: 978-3-642-28815-9	2012

18	Localization based on fusion of RFID and stereo image data	Beitrag	Positioning Navigation and Communication WPNC 2013	DOI: 10.1109/WPNC.2013.6533297 Seite: 1-6	20.05.2013
19	ECR Award geht an CHEP	Pressemitteilung	Presse Box (Pressedienst)	http://www.pressebox.de/pressemitteilung/chep-deutschland-gmbh/ ECR-Award-geht-an-CHEP/boxid/624348	11.09.2013
20	Revolution des Material- und Datenflusses: smaRTI erhält Branchen-Oscar der Konsumgüterindustrie	Pressemitteilung	Fraunhofer IML (Homepage)	http://www.iml.fraunhofer.de/de/presse_medien/pressemitteilungen/ECR-Award.html	11.09.2013
21	Mars: Gemeinschaftsprojekt smaRTI erhält ECR Award 2013	Pressemitteilung	Mars (Homepage)	http://www.mars.com/germany/de/press-center/press-list/news-releases.aspx?SiteId=70&Id=5082	11.09.2013
22	REWE GROUP: ECR-AWARD 2013 FÜR GEMEINSCHAFTSPROJEKT SMARTI	Pressemitteilung	REWE Group (Homepage)	http://www.rewe-group.com / presse/presse-meldungen/pressemeldung-detail/article/rewe-group-ecr-award-2013-fuer-gemeinschaftsprojekt-smarti/	11.09.2013
23	Revolution des Material- und Datenflusses: smaRTI	Pressemitteilung	smaRTI (Homepage)	http://www.smart-rti.de/2013/09/	11.09.2013

	erhält Branchen-Oscar der Konsumgüterindustrie			revolution-des-material-und_11.html#more	
27	smaRTI: Deploying the Internet of Things in Retail Supply Chains	Zeitschriften-aufsatz	Integration (Zeitschrift)		2013
28	Efficiency and Logistics	Buch	Springer	ISBN: 987-3-642-32837-4	2013
29	Software in der Logistik	Buch	HUSS-VERLAG GmbH	ISBN: 978-3-944281-04-9	2013
30	Implementation and Extension of a GNU-Radio RFID Reader	Zeitschriften-aufsatz	Advances in Radio Science	http://www.adv-radio-sci.net/11/107/2013/	2013
31	RSS-based Channel Measurements and their Influence on Localization in RFID Applications	Tagungsband			2013
32	Informationsträger Palette	Buchbeitrag	Hompel (Hg.) 2013 – Software in der Logistik	Seite: 52-55	
33	Valuation of Hybrid Identification Processes as an Enabler for the Internet of Things	Buchbeitrag	Clausen, Hompel et al. (Hg.) 2013 – Efficiency and Logistics		2013
34	Error detection based on correlation analysis for BCH encoded UHF RFID communication	Beitrag	Industrial Technology ICIT 2013	DOI: 10.1109/ICIT.2013.6505924 Seite: 1666-1670	
35	Reliable detection for spreading sequences in RFID communication	Beitrag	Consumer Electronics ISCE 2013	DOI: 10.1109/ISCE.2013.6570256 Seite: 69-70	
36	How AutoID Processes Shape the Internet of Things: The OpenID-Center Development Process	Buchbeitrag	Uckelmann (Hg.) 2012 – The impact of virtual	Seite: 134-147	

37	Smart reusable transport items – der intelligente Materialfluss	Produktblatt	EffizienzCluster LogistikRuhr	http://effizienzcluster.de/files/1/5/42_1_2_2_20_verbundprojekt_smarti_effizienzcluster_produktblatt_xs.pdf	
38	Paletten in der Cloud	Zeitschriftenaufsatz	LOGISTIK entdecken (Magazin)	http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20983/Presse/Logistik%20entdecken/Logistik_entdecken_13_online_NEU.pdf	
39	ECR-AWARD 2013 - smaRTI in der Konsumgüterindustrie			http://www.ecraward.de/fileadmin/content/Bewerbung/ECR_Award_2014_-_Beispiel_praesentation_Gewinner_SuSi_2013.pdf	

Tabelle 3: Beteiligung des Projektes an Messen

Lfd. Nr.	Name der Messe	Ort	Inhalt	Datum
1	ECR Tag		Vorstellung des Projektes	22.09.2010
2	easyFairs LOGISTIK	Hamburg		26. - 27.01.2011
3	LogiMat 2011	Stuttgart		08. - 10.02.2011
4	CeBit	Hannover		01. - 05.03.2011
5	Hannover Messe	Hannover		04. - 08.04.2011
6	EURO ID	Berlin		05. - 07.04.2011
7	CeMat	Hannover		02. - 06.05.2011
8	Transport Logistic 2011	München		10. - 13.05.2011
9	interpack	Düsseldorf		12. - 18.05.2011

10	INTERLOG	Salzburg		07. - 09.06.2011
11	Logintern/FachPack	Nürnberg		Sep 11
12	Zukunftskongress	Dortmund		06. - 07.09.2011
13	Pack&Move	Basel		20. - 23.09.2011
14	LogiMat 2013	Stuttgart		19. - 21.02.2013
15	Transport Logistic 2013	München		04. - 07.06.2013
16	Zukunftskongress	Dortmund		03. -04.09.2013
17	ECR Tag	Stuttgart		11. - 12.09.2013
18	EURO ID	Frankfurt		05. - 07.11.2013

Tabelle 4: Gehaltene Vorträge durch die Partner des Projektes

Lfd. Nr.	Veranstaltung	Ort	Inhalt	Datum
1	Fachkonferenz	Neuss	Intelligentes Ladungsträger- und Behältermanagement	16.10.2013
2	Vortrag auf der CeMAT mit REWE und IML	Hannover		04.03.2011

Tabelle 5: Vorstellung des Projektes bei Interessenten

Lfd. Nr.	Veranstaltung	Ort	Datum
1	Vorstellung smaRTI und Databirds bei dm	Karlsruhe	11.12.2013

Tabelle 6: Nennung des Projektes in den Medien

Lfd. Nr.	Titel der Veröffentlichung	Art (Artikel, Studie, Buchbeitrag, etc.)	Medium (Verlag, Zeitschrift, Broschüre)	Referenz (ISBN, Ausgabe/Seite, Download)	Datum (ggfs. in Vorbereitung für ...)
----------	----------------------------	--	---	--	---------------------------------------

1	smaRTI: Effizienz Cluster Logistik		Packmag	www.packmag.ch	18.03.2010
2	Paletten steuern sich künftig selbst - Rewe und Mars: Gemeinsames Projekt	Artikel	Lznet (Zeitung)	http://www.lebensmittelzeitung.net/login/login.php?fg=1&url=http%3A%2F%2Fwww%2ELebensmittelzeitung%2Eenet%2Fnews%2Fit%2Dlogistik%2Fprotected%2Fpaletten%2Dsteuer%2Dsich%2Dkuenftig%2Dselbst%2D%5F82338%2Ehtml	16.09.2010
3	Rewe und Mars kooperieren in RFID Projekt		RFID im Blick		24.09.2010
4	Mars, Rewe, Deutsche Post and Lufthansa Cargo Work on SmaRTI	Artikel	RFID Journal	http://www.rfidjournal.com/article/view/8095/1	28.12.2010
5	30 Projekte des Effizienz-Clusters LogistikRuhr im Überblick	Zeitschriftenaufsatz	LT-Manager (Magazin)	Heftnr.: 6 Seite: 24-29	2010
6	Auf dem Weg zur Ressourcen schonenden Logistik	Artikel	Informationsforum RFID e.V. (Newsletter)		2010
7	Die Welt wird smart			packagingrevolution.net	01.02.2011
8	Smart RTI (smaRTI) Initiative Moves Forward in Germany	Artikel	Packaging Revolution	http://packagingrevolution.net/p1239/	Jan 11
9	Mars, Rewe, Deutsche Post and Lufthansa Cargo Work on SmaRTI		RFID Journal		01.04.2011
10	Rewe und Mars lassen Paletten ans Steuer	Artikel	Lznet (Zeitung)	http://www.lebensmittelzeitung.net/news/it-logistik/protected/Rewe-Arbeitet-mit-schlauen-Paletten_88851.html?id=88851&page=1	08.09.2011
11	Komplexe Logistikwelt -	Zeitschriften-	LOGISTIK	http://www.logistik-heute.	2011

	Konsum der Zukunft	ten- aufsatz	HEUTE Magazin	de/Logistik-Magazin- LOGISTIK-HEUTE/Artikel/ Magazin-Ausgabe-12- 2011/9178/Komplexe- Logistikwelt-Konsum-der- Zukunft	
12	Wie die Dinge denken lernen	Zeitschrif- ten- aufsatz	Impulse Wis- sen	Heftnr.: Winter 2011/12; Seite: 18-20	2011
13	Wenn die Palette den Transporter bestellt			weiter.vorn	01.01.2012
14	Komplexe Logistikwelt: Konsum der Zukunft			Logistik heute	10.01.2012
15	Spion im Pullover	Artikel	Süddeutsche Zeitung	http://www.onleihe.de/static/content/sz/20120118/SZ20120118/vSZ20120118.pdf	18.01.2012
16	Das Lager denkt mit	Artikel	Handelsblatt (Zeitung)	http://www.kerkhoffconsulting.de/de/presse/pressespiegel/news-aus-einkauf-und-beschaffung/archive/2012/may/article/das-lager-denkt-mit.html	07.05.2012
17	Radiofrequenzidentifikati- on - eine geteilte Welt	Artikel	MM Logistik (Fachmagazin)	http://www.mm-logistik.vogel.de/management-it/articles/391855/index3.html	24.01.2013
18	Paletten mit Peilung	Zeitschrif- ten- aufsatz	Technology Review (Ma- gazin)	http://heise.de/-1791283	30.01.2013
19	EPAL-Paletten mit RFID- Technologie ab 2013	Artikel	RFID im Blick (Fachmagazin)	http://www.rfid-im-blick.de/de/201305081137/epal-paletten-mit-rfid-technologie-ab-2013.html	08.05.2013
20	ECR Award: Kooperati- onsprojekte ausgezeich- net	Presse- mitteilung	LOGISTIK HEUTE (Fachmagazin)	http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/10813/Preis-ging-an-	10.09.2013

				Chep-Fraunhofer-IML-Mars-Rewe-Henkel-und-Rossmann-Mit-Bilderga	
21	ECR Award 2013: Smarte Kooperationen bringen Branche und Verbraucher nach vorn	Pressemitteilung	GS1 (Homepage)	http://www.gs1-germany.de/service/presse/meldung/meldung/ecr-award-2013-smarte-kooperationen-bringen-branche-und-verbraucher-nach-vorn-298/	11.09.2013
22	ECR-Award: Chep, Mars, Rewe und ten Hoppel jubeln	Pressemitteilung	MM Logistik (Fachmagazin)	http://www.mm-logistik.vogel.de/verpackungstechnik/articles/417699/	11.09.2013
23	Cleverer Palette gewinnt	Artikel	Lznet (Zeitung)	http://www.lebensmittelzeitung.net/news/it-logistik/protected/Rewe-Mars-und-Chep-ausgezeichnet_101200.html?id=101200&page=1	11.09.2013
24	ECR Award für smarte Supply-Chain	Pressemitteilung	Verkehrs-Rundschau (Fachmagazin)	http://www.verkehrsrundschau.de/ecr-award-fuer-smarte-supply-chain-1290756.html	12.09.2013
25	Software in der Logistik 2013: Software in der Logistik: Prozesse steuern mit Apps:	Artikel / Kapitel	HUSS-VERLAG GmbH	ISBN 978-3-944281-04-9	2013
26	ECR Award 2013 - Beste Managementleistung für den Verbraucher	Zeitschriftenaufsatz	STANDARDS (Magazin)	Heftnr.: 3 Seite: 24-25	2013
27	Smart sei euer Warenstrom	Zeitschriftenaufsatz	LT-Manager (Magazin)	Heftnr.: 6; Seite: 32-37	2013
28	Getüftelt, geschwitzt und gewonnen - ECR-Award als Lohn	Zeitschriftenaufsatz	MM Logistik (Fachmagazin)	Heftnr.: 7 Seite: 32-33	2013
29	Smarti spuckt Paletten-Kennzahlen aus	Artikel	Lznet (Zeitung)	http://www.lebensmittelzeitung.net/news/it-logistik/	23.01.2014

				protected/Smarti-spuckt-Paletten-Kennzahlen-aus_103240.html?id=103240&page=1	
30	Smarti - intelligenter Materialfluss dank AutoID-Technologien	Artikel	Bluhm-Blog (Blog)	http://www.bluhmsysteme.com/blog/smarti-autoid-projekt/	04.02.2014
31	Intelligent gemacht	Zeitschriften-aufsatz	LOGISTIK HEUTE Magazin	http://www.logistik-heute.de/Logistik-Magazin-LOGISTIK-HEUTE/Magazin-Ausgabe-5-2012/9530/Forschungsprojekt-SmaRTI-Selbststeuernde-Ladungstraeger	
32	2011 5th International Conference on Signal Processing and Communication Systems	Buch		ISBN: 978-1-4577-1179-4	

Tabelle 7: Durchgeführte Treffen und Informationsaustausch während der Laufzeit des Projektes

Lfd. Nr.	Veranstaltung	Ort	Datum
1	Inoffizielles smaRTI Vorbereitungstreffen „Schwerpunkt Handel“	Dortmund	11.05.2010
2	Offizieller Projekt-Kick-Off	Dortmund	24.06.2010
3	Abstimmungstreffen FMCG-Gruppe	Köln	10.08.2010
4	Abstimmungstreffen Palettenkennzeichnung	Dortmund	08.09.2010
5	Anforderungsaufnahme Chep	Oberhausen	22.09.2010
6	Anforderungsaufnahme Mars	Verden	24.09.2010
7	Anforderungsaufnahme Mars	Verden	12.10.2010
8	smaRTI Post-Gruppe	Dortmund	14.10.2010
9	Weitere Ausarbeitung der Anforderungsaufnahme bei Mars		17.11.2010
10	1. Konsortialtreffen (bei MARS)	Viersen	18.11.2010
11	Marketing Meeting	Köln	07.12.2010
12	smaRTI IT Treffen	Dortmund	18.01.2011
13	Marketing Meeting	Dortmund	25.01.2011
14	Vorbereitungsmeeeting für die CeMAT	Dortmund	09.02.2011
15	smaRTI Marketing/ Cebit Auto ID Forum Treffen	Verden	21.02.2011

16	smaRTI / Hardware/ EPCIS- Konzept/ IT- Architektur	Dortmund	14.03.2011
17	smaRTI FMCG IT	Dortmund	14.03.2011
18	2. Konsortialtreffen	Köln	26.03.2011
19	Arbeitsplanung smaRTI		01.04.2011
20	Kickoff smaRTI bei REWE		07.04.2011
21	Status F+E Arbeiten im Anwendungsszenario POST	Dortmund	20.04.2011
22	smaRTI/Hardware/EPCIS-Konzept/IT-Architektur	Dortmund	27.04.2011
23	Treffen bei LCAG smaRTI		06.05.2011
24	Marketing Meeting	Frankfurt am Main	17.05.2011
25	3. Konsortialtreffen	Frankfurt am Main	18.05.2011
26	Cluster Jahrestreffen	Mühlheim	11.07.2011
27	PR Treffen	Dortmund	12.07.2011
28	smaRTI IT	Dortmund	27.07.2011
29	Treffen bei REWE Lager	Essen	22.08.2011
30	Marketing Meeting	Viersen	23.08.2011
31	Marketing Meeting	Dortmund	19.09.2011
32	Workshop Penny Lager		11.10.2011
33	Marketing Meeting	Köln	19.10.2011
34	4. Konsortialtreffen	Köln	10.11.2011
35	Marketing Meeting	Verden	13.12.2011
36	Projektplanung Chep	Dortmund	19.12.2011
37	smaRTI Use-Case Treffen	Dortmund	31.01.2012
38	Review Scientific Committee Verbundprojekt smaRTI	Dortmund	06.02.2012
39	Marketing Meeting	Dortmund	09.02.2012
40	5. Konsortialtreffen	Köln	26.03.2012
41	smaRTI Review		27.04.2012
42	Claas Chep		30.05.2012
43	LCAG (RFID Einsatz im DGR Prozess)		19.07.2012
44	smaRTI FMCG IT	Dortmund	01.08.2012
45	ZuKo Workshop: So entstehen Echtzeitevents		06.09.2012
46	ECM Veranstaltung	Dortmund	19.09.2012
47	P&G (smaRTI Usergroup)		01.10.2012
48	Usergroup Wild	Eppelheim	23.10.2012
49	6. Konsortialtreffen	Essen	29.10.2012
50	Logimat T&TT		15.01.2013
51	smaRTI FMCG Jahresplanung 2013	Dortmund	23.01.2013
52	DHL		05.03.2013
53	7. smaRTI Konsortialtreffen	Troisdorf	13.06.2013
54	Diskussion Buchungslogik Databirds	Köln	08.07.2013
55	Abstimmung weitere Verwendung smaRTI Repository	Dortmund	06.08.2013
56	Abstimmung EuroID und Databirds Marketing	Dortmund	17.09.2013

57	8. Konsortialtreffen	Duisburg	18.11.2013
58	Workshop Databirds bei Techmag	Dortmund	27.11.2013
59	Workshop Zusammenarbeit CHEP	Dortmund	22.01.2014
60	9. Konsortialtreffen	Dortmund	09.04.2014