

# SCHLUSSBERICHT

Projekt **ESecLog**  
Erweiterte Sicherheit in der Luftfrachtkette  
*Enhanced Security for Logistics*

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH  
Förderinitiative „Forschung für die zivile Sicherheit - Sicherheit im Luftverkehr“



Technologiezentrum

**Teilvorhaben:**

Multiscanttechnologien für einen sicheren Fracht-Fingerprint

**Zuwendungsempfänger:**

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Ausführendes Institut: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb  
und -automatisierung IFF, Magdeburg

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.05.2013 – 30.06.2016

**Förderkennzeichen:**

13N12640

**Autoren:**

Olaf Poenicke, Klaus Richter

**Kontakt:**

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter

Kompetenzfeldleiter Materialflusstechnik und -systeme  
Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg

Tel.: +49 391 4090 420

Fax: +49 391 4090 432

Mail: klaus.richter@iff.fraunhofer.de

## Inhalt

<b>Inhalt</b>	<b>2</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>I. Kurzdarstellung</b>	<b>6</b>
1. Aufgabenstellung	7
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	9
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	11
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde	14
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	16
<b>II. Eingehende Darstellung</b>	<b>18</b>
1. Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele	18
1.1 AP 1 – IST-Analyse	18
1.2 AP 2 – SOLL-Konzept	22
1.3 AP 3 – Entwicklung von Optimierungslösungen und Integration	26
1.4 AP 4 – Test und Validierung	35
1.5 AP 5 – Kosten-Nutzen-Analyse	39
1.6 AP 6 – Erstellung eines übergreifenden Konzepts	42
1.7 AP 7 – Erstellung eines Leitfadens Security-Fracht-Fingerprint	45
2. Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	48
3. Darstellung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	49
4. Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	50
5. Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	53
6. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Projektergebnisse	55

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Ursprüngliche Planung Balkenplan und Meilensteine	12
Abbildung 2 – Balkenplananpassung inkl. Verzögerungen im Projektablauf und Projektverlängerung	13
Abbildung 3 – Darstellung des ganzheitlichen Prozessablaufs Luftfrachtkette (Darstellung BIBA)	19
Abbildung 4 – Zuordnung der Prüftechnologien zu Prozess-Stufen	22
Abbildung 5 – Zuordnung der Prüftechnologien zu den Luftfrachtprozessen im Rahmen des Soll-Konzepts	23
Abbildung 6 – Funktionsprinzip RFID-Siegel	26
Abbildung 7 – RFID-Siegel der Fa. Smartrac	28
Abbildung 8 – Auswertung Pulklesung von RFID-Siegeln	29
Abbildung 9 – Benutzeroberfläche der Handheld-Anwendung zur Nutzung von RFID-Siegeln	30
Abbildung 10 – Prinzipdarstellung der 3D-Konturprüfung eines sequenziellen Palettenaufbaus	31
Abbildung 11 – Erfassung einer Packstück-Kontur im sequenziellen Palettenaufbau	33
Abbildung 12 – Ablauf des Test- und Demonstrationsprozessen am Airport Bremen	36
Abbildung 13 – Mobiler Versuchsaufbau zur 3D-Konturerfassung des Palettenaufbaus	37
Abbildung 14 – Versuchsaufbauten im Rahmen der Abschluss-Demonstration	38
Abbildung 15 – Fehlerfälle bei der Anwendung des RFID-Siegels	40
Abbildung 16 – Beispielanwendung des Scoring-Modells der BAM	41
Abbildung 17 – Beispiel-Event auf Basis des ESecLog-EPCIS-Konzepts	42
Abbildung 18 – Vorbewertung der identifizierten Übertragbarkeitsansätze	43
Abbildung 19 – Bewertung Übertragbarkeitspotenzial RFID-Siegel (Auszug)	44
Abbildung 20 – Beispiel-Eintrag im ESecLog-Wiki zum RFID-Siegel (Konzipierung Einsatzfelder)	45
Abbildung 21 – SOP zum Einsatz von RFID-Siegeln (Auszug)	46
Abbildung 22 – Konnektivität für ein Real-time Aviation Cargo Network	52

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Projektpartner	6
Tabelle 2 – Arbeitsschwerpunkte des Fraunhofer IFF im Arbeitsplan	11
Tabelle 3 – Beispiel für Key Value Definition	25
Tabelle 4 – Anwendungsebenen RFID-Siegel in der Luftfrachtkette	27
Tabelle 5 – Key Values zur Registrierung der 3D-Kontur eines Packstücks	33
Tabelle 6 – exemplarische Zusammenstellung von Kosten zur Überprüfung von RFID-Siegeln (RFID-Hardware)	39
Tabelle 7 – abgerechnete Kosten des Projekts ESecLog	48

## Abkürzungsverzeichnis

ADAS	Airbus DS Airborne Solutions GmbH, Bremen
AP	Arbeitspaket
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
BIBA	Bremer Institut für Produktion und Logistik, Bremen
BPMN	Business Process Model and Notation
EPC	Electronic Product Code (z.B. als Identifikationsnummer zur RFID-basierten Identifikation eines Objektes)
EPCIS	Electronic Product Code Information Services
ESecLog	Enhanced Security for Logistics
IFF	Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, Magdeburg
IoT	Internet of Things
F+E	Forschung und Entwicklung
FFI	Fracht-Fingerprint-Informationssystem
LBA	Luffahrtbundesamt, Braunschweig
MQTT	Message Queue Telemetry Transport (Nachrichten-Protokoll)
PAN	Panalpina Welttransport GmbH
POD	Probability of Detection
RFID	Radio Frequency Identification
ROC	Receiver Operating Characteristics
SOP	Standard Operating Procedure
SVN	Schluss-Verwendungs-Nachweis
TID	Transponder-ID
TRL	Technology Readiness Level
UAMS	ULD Apron Monitoring System (vom Projektpartner ADAS entwickelte Anwendung zum Vorfeld-Tracking)
UHF	Ultra High Frequency (Frequenzbereich für RFID-Anwendungen)
ULD	Unit Load Device (sowohl für Luftfracht-Paletten als auch Luftfrachtcontainer genutzte Bezeichnung)
VIA	Viaboxx GmbH, Königswinter
WLAN	Wireless Local Area Network

## I. Kurzdarstellung

Das diesem Abschlussbericht zugrundeliegende Projekt ESecLog (Erweiterte Sicherheit in der Luftfrachtkette – Enhanced **Security for Logistics**) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N12640 für den Zeitraum vom 01.05.2013 bis zum 30.06.2016 gefördert.

Das Projekt wurde gemeinsam durch die nachfolgend in Tabelle 1 genannten Projektpartner bearbeitet:

**Tabelle 1 – Projektpartner**

<b>Entwicklungspartner</b>		
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung ( <b>IFF</b> )	Sandtorstraße 22 39106 Magdeburg	<b>Projektkoordination</b> RFID-Siegel 3D-Konturscan
Airbus DS Airborne Solutions GmbH ( <b>ADAS</b> )	Sebaldsbrücker Heerstr. 235 28309 Bremen	Vorfeld-Tracking von Dollies und ULDs
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung ( <b>BAM</b> )	Unter den Eichen 87 12205 Berlin	Röntgen/Tageslichtsensor Röntgenbildauswertung
Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH ( <b>BIBA</b> )	Hochschulring 20 28359 Bremen	Prozessanalyse und -konzipierung, Kosten-Nutzen-Analyse
Panalpina Welttransport GmbH ( <b>PAN</b> )	Reisholzer Werftstr. 52 40589 Düsseldorf	Nutzbarkeit ESecLog-Lösungen
Viaboxx GmbH ( <b>VIA</b> )	Hauptstraße 164 53639 Königswinter	Fracht-Fingerprint-Informationssystem
<b>Assoziierte Partner</b>		
Lufthansa Cargo AG	Frankfurt Flughafen, 60546 Frankfurt/Main	
Flughafen Bremen GmbH	Flughafenallee 20, 28199 Bremen	
Luftfahrtbundesamt ( <b>LBA</b> )	Abteilung Luftsicherheit, 38144 Bremen	
NXP Semiconductors GmbH	Stresemannallee 101, 22529 Hamburg	

Das übergreifende Projektmanagement erfolgte mit Beteiligung aller Entwicklungspartner und unter Koordination des Fraunhofer IFF mit Unterstützung des BIBA.

## 1. Aufgabenstellung

Das übergreifende Ziel des Projekts ESecLog war die Sicherung von Luftfracht-Prozessketten durch die Entwicklung und den Einsatz von neuartigen Prüfmethode und -technologien. Grundidee des Projektansatzes war es dabei, durch die Kombination verschiedener Prüfmerkmale den sog. Fracht-Fingerprint zu generieren, der sich Fracht-individuell entlang der Prozesskette mit einfachen Mitteln überprüfen lässt. Weist der Fracht-Fingerprint am Kontrollpunkt keine Veränderungen ggü. der vorherigen Kontrollstelle auf, so ist keine weitere Kontrolle notwendig und das Frachtstück gilt weiterhin als ‚sicher‘. Der Fracht-Fingerprint kann somit zur Entlastung der Kontrollprozesse im Bereich der Luftfracht beitragen, da v.a. aufwändige Nachkontrollen (z.B. erneutes Röntgen, Wischprobe zur Spurendetektion, Öffnen des Frachtstücks) vermieden werden können.

Durch die Weiterentwicklung der in der Gesamtvorhabenbeschreibung definierten Aufgabenstellung wurden die übergreifenden Zielstellungen des Projekts in der frühen Projektphase wie folgt präzisiert:

- Entwicklung eines **Fracht-Fingerprints** auf Basis neuer Prüfmerkmale → daraus abgeleitet partnerindividuelle Zielstellungen zur Entwicklung und Umsetzung für Prüfmethode und -technologien für einzelne Prüfmerkmale,
- Entwicklung eines **Informationssystems** zum Abgleich des Frachtfingerprints an verschiedenen Stellen der Luftfrachtkette → daraus abgeleitet partnerindividuelle Zielstellungen zur Konzipierung und Umsetzung von IT-Komponenten, zur IT-Integration der Prüftechnologien, sowie zur Prozess-Integration,
- Integration **neuer Prüfverfahren** in die bestehenden Prozesse der Luftfrachtkette → daraus abgeleitet partnerindividuelle Zielstellungen zur Analyse und Konzipierung von Prozessabläufen.

Die im Projekt entwickelten technischen Lösungen sollten abschließend im Rahmen eines Demonstrators präsentiert werden. Begleitend zur technischen und prozessualen Entwicklung und Erprobung sollten weiterhin Aufgabenstellungen zur Kosten-Nutzen-Analyse, zur Prüfung der Übertragbarkeiten und zur zusammenfassenden Dokumentation der Projektlösungen in Form von Leitfäden bearbeitet werden. Entsprechend wurden im Antrag partnerübergreifend nachfolgende wissenschaftliche und technische Arbeitsziele für das Projekt definiert:

- (1) Definition von Security-Merkmalen zur Versiegelung einer sicheren Fracht (Signatur/Marker für Röntgenbildgebung, RFID-Siegel),
- (2) Definition eines Security-Fracht-Fingerprints und dessen technische Umsetzung,
- (3) Definition einer Datenstruktur zum Aufbau eines Fracht-Fingerprint-Informationssystem mit integrierten Abgleich-Funktionen,

- (4) Entwicklung einer landseitigen Prüfungsstrategie innerhalb der Logistikkette auf Basis des Security-Fracht-Fingerprints (Sicherheitsüberprüfung Land),
- (5) Entwicklung einer luftseitige Prüfungsstrategie in der Teil-Prozesskette Warehouse – Vorfeld – Flugzeug (Sicherheitsüberprüfung Luft),
- (6) Konzipierung von Multi-Scannern für den mobilen bzw. stationären Einsatz und Umsetzung im Rahmen von Demonstratoren,
- (7) Erstellung eines Leitfadens zur Nutzung des Security-Fracht-Fingerprints in der Luftfracht-Logistik,
- (8) Prüfung der Übertragbarkeit der Lösungen auf andere (sicherheitskritische) Logistikbereiche.

Zur Bearbeitung der wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele wurde die in Abschnitt I.3. beschriebene Arbeitspaket-Struktur definiert.

Für das **Fraunhofer IFF** wurden in der Teilvorhabenbeschreibung die oben genannten Zielstellungen (1), (2) und (6) als Schwerpunktthemen definiert. Diese bezogen sich v.a. auf die technischen Entwicklungsaufgaben zur Versiegelung von Fracht und zur Überprüfung des Sicherheitsstatus mittels RFID-Siegeln und 3D-Scan. Entsprechend der Zielstellung (6) zeichnete sich das Fraunhofer IFF für das Arbeitspaket 3 zur Entwicklung und Integration der technischen Entwicklungen hauptverantwortlich.

Neben den Schwerpunktthemen wurden auch alle weiteren o.g. Ziele durch das Fraunhofer IFF mit bearbeitet.



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

Der Bereich Luftfracht stellt wie der gesamte Luftverkehr einen besonders sicherheits-sensiblen Bereich dar. Aufgrund allgemeiner Bedrohungslagen durch terroristische Vereinigungen ist es in den letzten Jahren zu sukzessiven Verschärfungen der Sicherheitsbestimmungen gekommen. Sensibel ist die Luftfracht weiterhin, da ein Großteil der Fracht (ca. 70%) in Passagiermaschinen befördert wird.

Vor Beginn des Projektes stellten sich die Reglementierungen wie folgt dar:

- Die Verordnungen (EG) Nr. 300/208 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11.03.2008 und (EU) Nr. 185/2010 der Kommission vom 04.03.2010 beinhalten gemeinsame Vorschriften, die festlegen, dass alle Frachtstücke und Postsendungen vor dem Verladen in ein Luftfahrzeug Sicherheitskontrollen zu unterziehen sind. Die sicheren Frachtstücke oder Postsendungen sind ab dem Zeitpunkt der Sicherheitskontrolle bis zum Abheben des Luftfahrzeugs, mit dem sie befördert werden, vor unbefugten Eingriffen zu schützen.
- Ein Luftfahrtunternehmen darf nur dann Frachtstücke oder Postsendungen entgegennehmen, wenn das Unternehmen entsprechende Sicherheitskontrollen selbst durchgeführt hat oder deren Durchführung von einem Reglementierten Beauftragten, einem Bekannten Versender oder einem Geschäftlichen Versender bestätigt und quittiert wurde.
- Die Einbindung von Bekannten Versendern in der Luftfrachtkette nach der oben genannten Verordnung wird vom Luftfahrt-Bundesamt (LBA) seit dem 25.03.2013 zwingend gefordert.

Im Verlauf des Projektes kam es zu weiteren Verschärfungen und Anpassungen der Reglementierungen:

- Seit dem 01.02.2016 ist die neue EU-Verordnung (EU) 2015/1998 in Kraft, welche die alte Verordnung (EU) 185/2010 ersetzt und die zahlreichen zwischenzeitlichen Anpassungen der alten Verordnung im Sinne der Klarheit und Rechtssicherheit konsolidiert.
- Mit dem 01.04.2016 wurde die Möglichkeit ausgesetzt, Luftfracht von Geschäftlichen Versendern in Nurfrachtflugzeugen zu befördern. Somit sind seit diesem Zeitpunkt nur die Beförderung sicherer Fracht von Bekannten Versendern sowie die Beförderung von durch Reglementierte Beauftragte oder das Luftfahrtunternehmen gesicherte Fracht zugelassen.

Vor dem Hintergrund des Versands von Luftfracht durch Bekannte Versender wurde in verschiedenen Experten-Gesprächen über die gesamte Projektlaufzeit wiederholt festgestellt, dass das Sicherheitsprinzip des Bekannten Versenders auf Vertrauen basiert. Im Projekt

ESecLog wurden deshalb Ansätze entwickelt, wie zusätzlich zum quittierten Status einer Sendung als ‚sicher‘ durch den Bekannten Versender auf Basis von einfachen Prüfmerkmalen dieser Status nachweisbar gemacht werden kann.

In Bezug auf die Durchgängigkeit der Prozesskette vom Versender bis zur Verladung in das Flugzeug stellen vor allem zwischenzeitlich aufkommende Verdachtsmomente eine zentrale Problemstellung dar, da sie sehr aufwändige Nachkontrollen der Fracht bedingen (erneutes Röntgen etc.). Vor dieser Ausgangslage stellte die Entwicklung von mit einfachen Mitteln überprüfbarer Sicherheitsmerkmale eine zentrale Zielstellung des Projekts ESecLog dar.

In Bezug auf die Dokumentation der Frachtbewegungen und des Sicherheitsstatus wird die Luftfrachtbranche weiterhin durch stark fragmentierte Informationssysteme und Medienbrüche beim Gefahrenübergang gekennzeichnet. Hierzu bietet das im Projekt entwickelte Fracht-Fingerprint-Informationssystem einen Ansatz, Kontrollen und Gefahrenübergänge packstückindividuell über die gesamte Transportkette zu verfolgen.

In Bezug auf die Schwerpunktthemen des **Fraunhofer IFF** konnten umfangreiche technische und prozessuale Expertisen in das Projekt eingebracht werden:

- Im Bereich der RFID-Technologie verfügt das Fraunhofer IFF über jahrelange Erfahrung zur Entwicklung und Umsetzung von RFID-Anwendungen in Produktion und Logistik. Dies umfasst neben den Kenntnissen zur Technologie-Integration auch Spezial-Lösungen z.B. zur sicheren Pulkerfassung RFID-getaggtter Objekte. Innerhalb des Projekts ESecLog stellte die Nutzung passiver UHF-Transponder mit zusätzlichen Sensor-Funktionen (Siegel-Transponder) für das Fraunhofer IFF eine neuartige F+E-Anwendung dar.
- Im Rahmen vorangehender F+E-Projekte bildeten die Anwendungsumfelder von Flughäfen und sicheren Logistik-Ketten Schwerpunkte der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IFF. Insbesondere sind hier die Verbundprojekte *FluSs-Flughafensicherungssystem* (BMBF, 08/2008-07/2011), *IMOTRIS* (BMW, 10/2008 – 01/2012) und *Trans4Goods* (BMBF, 10/2010 – 09/2013) anzuführen. Ein Teilschwerpunkt des Projekts Trans4Goods stellte die Konzipierung eines Fingerprint-Verfahrens zur Bewertung der Sendungssicherheit auf Basis verschiedener Prüfmerkmale dar. Auf die hier entwickelten Ansätze wurde im Projekt ESecLog entsprechend aufgebaut.
- Mit dem Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt in Magdeburg standen dem Fraunhofer IFF für die Arbeiten im Projekt umfangreiche Entwicklungs- und Testinfrastrukturen zur Verfügung. Hier konnten die vom Fraunhofer IFF entwickelten Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan in realen Logistik-Umgebungen erprobt werden.

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Inhaltlich gliederte sich die Projektbearbeitung in sieben Arbeitspakete, die anhand der nachfolgenden Arbeitsschritte und aufeinander aufbauend bearbeitet wurden.

- AP 1: IST-Analyse
- AP 2: SOLL-Konzept
- AP 3: Entwicklung von Optimierungslösungen und Integration
- AP 4: Test und Validierung
- AP 5: Kosten-Nutzen-Analyse
- AP 6: Erstellung eines übergreifenden Konzepts
- AP 7: Erstellung eines Leitfadens Security-Fracht-Fingerprint

Alle Entwicklungspartner waren an allen Arbeitspaketen mit unterschiedlichem Schwerpunkt beteiligt. Entsprechend der im Abschnitt I.1. umrissenen Arbeitsschwerpunkte des Fraunhofer IFF wurden vor allem die im nachfolgend dargestellten Arbeitsplan hervorgehobenen Themenstellungen im Projekt bearbeitet.

*Tabelle 2 – Arbeitsschwerpunkte des Fraunhofer IFF im Arbeitsplan*

<b>AP 1 – IST-Analyse</b>			
<i>Prozesskette Luftfracht</i>	<i>Technik</i>	<i>IT</i>	<i>Reglementierungen</i>
Prozesse Vorlauf	RFID	Sicherheits-Leitstelle	Luftfracht international
Prozesse auf dem Air Cargo Hub (landseitig/luftseitig)	Tiefenbildscan Röntgensignaturen	Clearingware Algorithmen Datenreduktion	LBA zur Zoll
<b>AP 2 – SOLL-Konzept</b>			
	<i>Logistik-Konzept</i>	<i>Technik-Konzept</i>	<i>IT-Konzept</i>
Landseitig	X	X	X
Luftseitig	X	X	
<b>AP 3 – Entwicklung von Optimierungslösungen und Integration</b>			
<i>Prozesskette Luftfracht</i>	<i>Technik</i>	<i>IT</i>	<i>Reglementierungen</i>
Integration der technischen und IT-Lösungen entlang der Prozesskette	Security-Fracht-Fingerprint Multiscanner	IT-Repository Clearingware	Begleitender Abgleich der Reglementierungen mit den Entwicklungen
Prechecks in Laborumgebungen (BAM-Prüflabor, Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt)			
<b>AP 4 – Test und Validierung</b>			
Aufbau der Demonstratoren in produktiver Umgebung (Bremen/Hannover)			
Tests zur Validierung der Lösungen		Iterative Anpassungen an den Lösungen	
Evaluierung der Testergebnisse			

<b>AP 5 – Kosten-Nutzen-Analyse</b>			
Modell zur integrierten Bewertung (Nutzen Prozess, Technik, IT; Sicherheitsniveau)			
Zusammenfassende Kosten-Nutzen-Analyse			
<b>AP 6 – Erstellung eines übergreifenden Konzepts</b>			
Identifikation von Standardisierungsansätzen – Integration Prozesskette Luftfracht			
Identifikation von Übertragbarkeitspotentialen			
<b>AP 7 – Erstellung eines Leitfadens Security-Fracht-Fingerprint</b>			
<i>Prozesskette Luftfracht</i>	<i>Technik</i>	<i>IT</i>	<i>Reglementierungen</i>
Übergreifendes Handbuch mit Leitfäden der Schwerpunktbereiche			
Curriculum zur Schulung im Umgang mit den Projektlösungen			
Verwertungskonzept			

Der zeitliche Ablauf des Projekts im Rahmen der ursprünglich geplanten Projektlaufzeit vom 01.05.2013 bis 30.04.2016 wird in Abbildung 1 dargestellt. Dabei wurden zwei Meilensteine definiert, die sich inhaltlich wie folgt untergliedern:

- **Meilenstein 1** (Projektmonat 20)  
Abschluss der Arbeiten am AP 3 mit Vorliegen der Entwicklungen und Lösungen in Form von Pre-Check-Demonstratoren zum Nachweis der prinzipiellen technischen Eignung. Zusätzlich sollte die Grundakzeptanz der Lösungsansätze und Lösungen auf Seiten der Anwender bestehen.
- **Meilenstein 2** (Projektmonat 36)  
Projektabschluss mit Abschlussdemonstration und Abschlusspräsentation. Zum Meilenstein Abschluss aller Arbeitspakete.

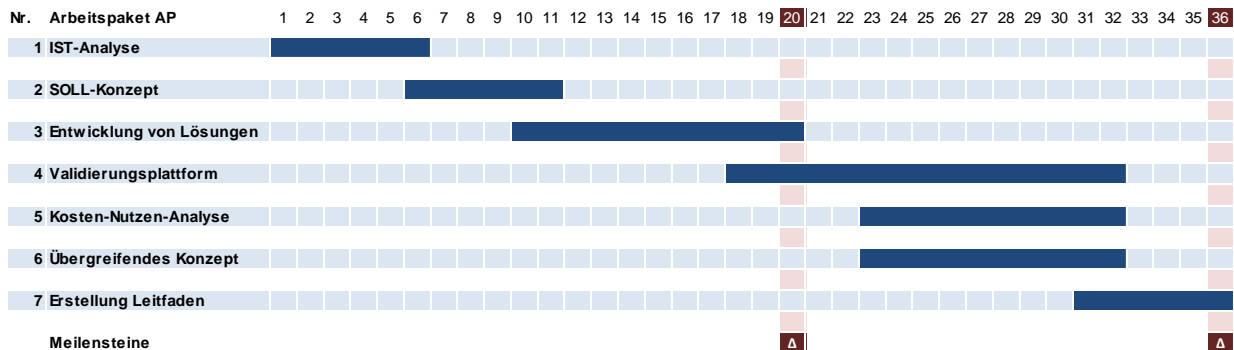
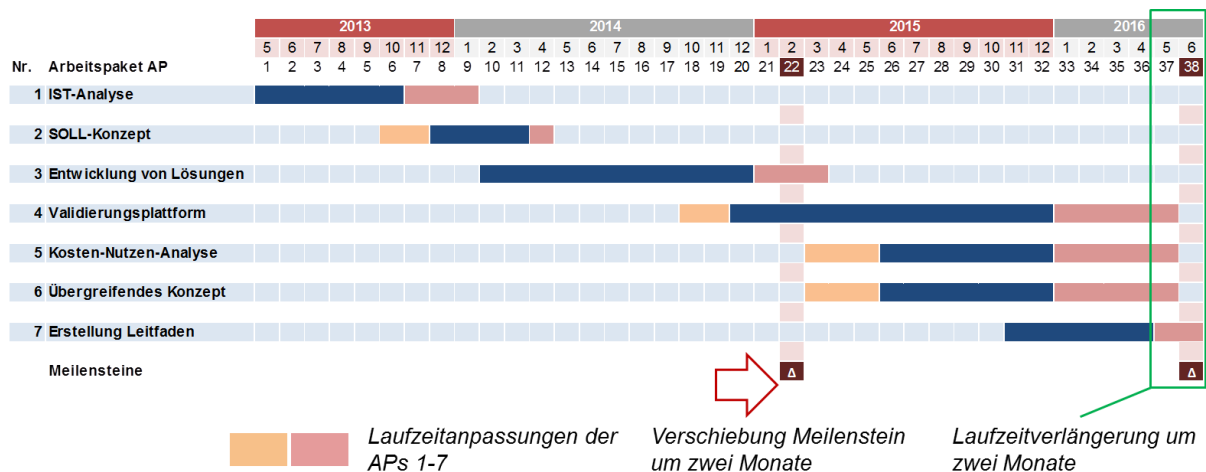


Abbildung 1 – Ursprüngliche Planung Balkenplan und Meilensteine

Im Projektverlauf musste durch das ESecLog-Konsortium festgestellt werden, dass sich zur Bearbeitung der geplanten Projektinhalte eine zeitliche Verzögerung des Projektabschlusses von ca. zwei Monaten ergab. Die Ursachen hierfür wurden in den Zwischenberichten und Anträgen zur Verschiebung des ersten Meilensteins und zur kostenneutralen Projektverlängerung dargelegt.

Die beantragte Verschiebung des ersten Meilensteins sowie die beantragte Projektverlängerung wurden jeweils durch das BMBF und den VDI genehmigt, so dass es zu den nachfolgend in Abb. 2 dargestellten zeitlichen Anpassungen im Projektverlauf kam:



**Abbildung 2 – Balkenplananpassung inkl. Verzögerungen im Projektablauf und Projektverlängerung**

Entsprechend kam es auch zu einer zeitlichen Verschiebung der zuvor definierten Meilensteine:

- Meilenstein 1 → Projektmonat 22
  - Meilensteintreffen am 05.03.2015
- Meilenstein 2 → Projektmonat 38
  - Abschlussdemonstration am 29.06.2016
  - Abschlusspräsentation am 30.06.2016

Inhaltlich konnten die Projektziele im in Abschnitt II.1. beschriebenen Rahmen erfolgreich umgesetzt werden.

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

##### Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

Zur Anwendung der RFID-Technologie im Kontext des ESecLog-Soll-Konzepts konnte das Fraunhofer IFF auf verschiedene Vorarbeiten aufbauen:

- Mehrwerte der RFID-Technologie ggü. anderen Identifikationstechnologien bestehen insbesondere durch die technische Möglichkeit zur Pulkerfassung (gleichzeitige Identifikation mehrerer markierter Objekte). Zur Pulkerfassung von RFID-getaggten Objekten verfügt das Fraunhofer IFF über langjährige Erfahrung und insb. über das Patent DE 10 2006 047 356 B3, welches ein technisches Verfahren für die hochperformante Pulkerfassung beschreibt.
- Für die Nutzung passiver RFID-Transponder mit zusätzlichen Sensorfunktionen wurde im Vorlauf des Projekts durch den assoziierten Partner NXP Semiconductors der Chip G2iL+ entwickelt. Dieser ermöglicht das Auslesen einfacher Sensorfunktionen, wenn sich ein Transponder im Lesefeld eines RFID-Readers befindet. Erste Funktionsmuster der RFID-Siegel waren zu Projektbeginn für das Fraunhofer IFF verfügbar und wurden im Projekt zusammen mit Transponder-Entwicklern weiter entwickelt (vgl. Abschnitt II.1.3).
- Zur Evaluierung der im Projekt entwickelten und genutzten RFID-Siegel wurden standardisierte Verfahren und Konstruktionen zur Transponder-Performance-Messung genutzt. Diese standen dem Fraunhofer IFF im Rahmen der Kooperation mit dem Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt zur Verfügung.

Im Bereich der 3D-Sensorik und des 3D-Konturscan konnte auf eigene Vorarbeiten des Fraunhofer IFF aufgebaut werden. Hier sind insb. selbst entwickelte Verfahren zur Evaluierung von 3D-bildgebenden Sensoren zu benennen. Aufgrund der Neuartigkeit dieser Sensoren existieren hierzu bisher keine standardisierten Verfahren zur Sensor-Evaluierung (Evaluierung der technischen Leistungsfähigkeit).

Dem Fraunhofer IFF sind keine Schutzrechte bekannt, die der Durchführung der Arbeiten im Projekt ESecLog entgegengestanden hätten.

### Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

Im Projektverlauf hat das Fraunhofer IFF die Analyse der Rahmenbedingungen und Reglementierungen im Bereich der Luftfracht begleitet. Maßgeblich wurden diese Arbeiten durch die Partner BIBA und Panalpina durchgeführt.

Spezifische Fachliteratur wurde v.a. im Zusammenhang mit den technischen Entwicklungen zu RFID-Anwendungen im Projekt genutzt. Dies umfasste v.a. Standards wie:

- [http://www.gs1.org/docs/epc/UHF\\_Regulations.pdf](http://www.gs1.org/docs/epc/UHF_Regulations.pdf)
- <http://www.gs1.org/epc/tag-data-standard>
- [http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis\\_1\\_1-standard-20140520.pdf](http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis_1_1-standard-20140520.pdf)

Im Bereich der 3D-bildgebenden Sensoren wurden fortlaufend Paper und Veröffentlichungen gesichtet und im Fraunhofer IFF aufgebaute Erkenntnisse durch den Besuch von Tagungen wie der 3D-Nordost als Veranstaltungsreihe der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik GFal genutzt.

Begleitend wurden in Bezug auf die entwickelten Projektlösungen Patentrecherchen über die Portale patbase.com und depatisnet.dpma.de durchgeführt.

Darüber hinaus war über den gesamten Projektverlauf auch der Informationsaustausch mit den im Abschnitt I.5 genannten Stellen und den zu ESecLog parallel laufenden Verbundforschungsprojekten wichtig.

## 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im Rahmen des Projektverlaufs erfolgten eine Zusammenarbeit und der Erfahrungsaustausch mit anderen Stellen. Die im Rahmen dieser Kollaborationen zur Verfügung gestellten Informationen waren gleichermaßen für alle Entwicklungspartner des Projektes nutzbar.

Die Zusammenarbeit im Projektverlauf umfasste:

- Kollaboration mit assoziierten Partnern

**Flughafen Bremen GmbH** – Der Flughafen Bremen konnte im laufenden Projekt als assoziierter Partner gewonnen werden (Ende 2014). Neben der Rolle als Anwender, der das ESecLog-Konzept und die entwickelten technischen Lösungen kritisch bewertet hat, stellte der Flughafen den Projektpartnern v.a. Teile der eigenen Infrastruktur im Luftfrachtbereich zur Erprobung und Demonstration der entwickelten ESecLog-Lösungen zur Verfügung.

**Lufthansa Cargo AG** – Die Lufthansa Cargo AG konnte direkt nach Projektstart als assoziierter Partner gewonnen werden. Im Rahmen von zwei Terminen am Flughafen Frankfurt konnte das Projektkonsortium umfangreiche Prozessaufnahmen durchführen und die Lösungsansätze des Projekts mit dem Bereich Aviation Security diskutieren.

**Luftfahrtbundesamt** – Das LBA wurde im laufenden Projekt als assoziierter Partner gewonnen (Mitte 2014) und fortlaufende über die Projektarbeiten informiert. Im Rahmen der Verwertung der Projektergebnisse stellt das LBA einen zentralen Partner dar, um zu evaluieren, wie die Reglementierungen zur Luftfrachtprüfung für neuartige Lösungsansätze angepasst werden müssen und können.

**NXP Semiconductors GmbH** – NXP stand mit Einreichung der Projektskizze als assoziierter Partner zur Verfügung und konnte insbesondere zur Weiterentwicklung der technischen Teillösung RFID-Siegel im Projektverlauf beitragen.

- Kollaboration mit weiteren branchenbezogenen Stellen Luftfracht

**Flughafen Düsseldorf GmbH** – Im Rahmen eines Arbeitstreffens konnten die Prozesse im Luftfrachtbereich des Flughafens analysiert und die Lösungsansätze des Projekts diskutiert werden.

**P+B Team Air Cargo Service GmbH** – Als reglementierter Auftraggeber, der regelmäßig mit dem Projektpartner Panalpina zusammen arbeitet, konnten bei P+B die Prozesse zum Fracht-Handling und zur Sicherung der Fracht analysiert werden.

**Henry Lamotte Oils GmbH** – Als Bekannter Versender konnte die Firma wichtige Impulse bei der Ausgestaltung des Soll-Konzepts geben.



- Kollaboration mit weiteren Projekten der Bekanntmachung ‚Sicherheit im Luftverkehr‘

**CairGoLution** – Im Rahmen eines aktiven Austauschs zu den Projekthinhalten konnten gemeinschaftlich zahlreiche Anknüpfungspunkte zwischen den Projekten identifiziert werden. Diese wurden dem VDI in Form eines Kurzprotokolls durch das Fraunhofer IFF übermittelt.

**SiLuFra** – Durch die gleichzeitige Beteiligung des Projektpartners BAM und des assoziierten Partners Lufthansa Cargo an den Projekten ESecLog und SiLuFra konnte ein fortlaufender inhaltlicher Austausch zwischen den Projekten stattfinden.

Durch das Fraunhofer IFF wurden zur Entwicklung der technischen Teillösungen RFID-Siegel und 3D-Konturscan die Testinfrastrukturen des Galileo-Testfeldes Sachsen-Anhalt genutzt. Hierbei kam es zur Zusammenarbeit mit der **Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**. Das Galileo-Testfeld wird durch die Universität Magdeburg verwaltet und koordiniert. Das IFF tritt im Rahmen eines Kooperationsvertrages als Entwicklungspartner und Nutzer des Testfeldes auf.

Für die Außendarstellung des Projektes konnte das Fraunhofer IFF weiterhin den Kontakt mit dem ‚**Forum für Bekannte Versender**‘ der **cost-expert GmbH** etablieren. Dadurch konnten Projektergebnisse regelmäßig der Zielgruppe der Bekannten Versender zur Verfügung gestellt werden.

## II. Eingehende Darstellung

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

Die übergreifenden Ziele des Projekts ESecLog und die daraus abgeleitete Gliederung der Arbeitspakete wurden im Abschnitt I.1. beschrieben. Entsprechend wurde das Vorhaben in die Arbeitspakete und Meilensteine, wie sie in Abschnitt 1.3 beschrieben sind, gegliedert. Bezogen auf das übergeordneten Ziele (1), (2) und (6) hat das Fraunhofer IFF insbesondere die Schwerpunktthemen RFID-Siegel und 3D-Konturscan als Technologien für Frachtsicherheitsmerkmale sowie deren Integration in Multiscan-Anwendungen zur Generierung des sog. Fracht-Fingerprints bearbeitet. Die erzielten Arbeitsergebnisse des Fraunhofer IFF werden – untergliedert in die einzelnen Arbeitspaketblöcke – nachfolgend dargestellt.

#### 1.1 AP 1 – IST-Analyse

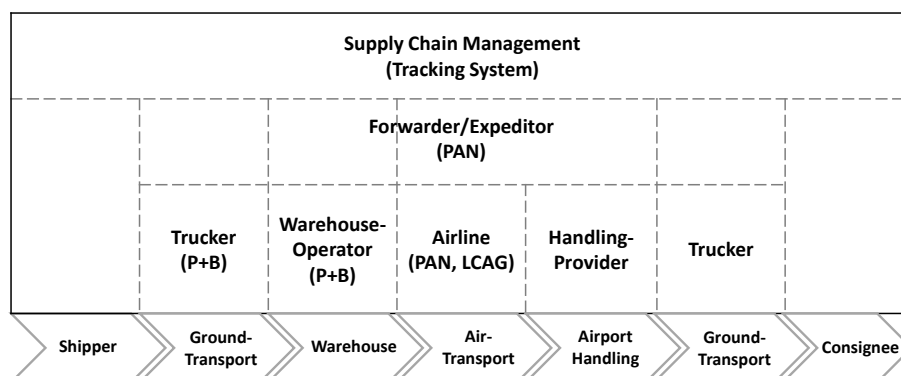
*Zielstellung:* Zielstellung im Arbeitspaket war die Analyse und Bewertung der genutzten Technologien in den IST-Prozessen der Luftfracht, landseitig wie auch luftseitig. Dabei sollten insbesondere Problemstellungen und Verbesserungspotentiale hinsichtlich der Nutzung von Scanning-Technologien (Identifikation, Kontrolle) identifiziert und mit den Analysen in den Bereichen Prozesse, IT und Reglementierungen abgeglichen werden.

Innerhalb des Arbeitspaket 1 lagen die Schwerpunkte des Fraunhofer IFF auf den folgenden Analysen der genutzten Technologien im Bereich der Luftfrachtsicherheit sowie der Potenziale für den Einsatz der anvisierten Technologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan. Wichtige Grundlage bei den Analysen waren neben allgemeinen Recherchen vor allem gezielte Gespräche und Prozessbegehungen mit den verschiedenen unter I.5 genannten Anwendern (Flughäfen, Reglementierte Beauftragte, Bekannte Versender). Entsprechend wurden durch das Fraunhofer IFF schwerpunktmäßig und in Zusammenarbeit mit anderen Projektpartnern folgende Aufgaben bearbeitet:

- Analyse der Prozess-Abläufe innerhalb der Luftfrachtkette – Fokus auf vorhandene Formen der Objektidentifikation, genutzte Prüftechnologien und -methoden unter Berücksichtigung der IT-Anbindung.
- Identifikation von Ansätzen zur Integration zusätzlicher Prüftechnologien in die Luftfrachtkette – auch unter den Gesichtspunkten eines wirtschaftlichen Zusatznutzens.

- ➔ Die Identifikation möglicher Mehrwerte für die Luftfrachtunternehmen durch den Einsatz zusätzlicher Technologien stellte ein wichtiges Kriterium für die befragten Anwender dar. Entsprechend wurden diese Potenziale für technische Mehrwerte in das nachfolgende Soll-Konzept mit integriert (z.B. 3D-Konturscan als Sicherheitsmerkmal und gleichzeitige Datengrundlage zur Transportplanung → Transportvolumina)
- ➔ Ein weiterer Zusatznutzen kann durch die Möglichkeit der Identifikation und Sicherheitsprüfbarkeit auf Packstück-Ebene liegen – bisherig wird der Sicherheitsstatus auf Sendungsebene dokumentiert (eine Sendung kann dabei aus mehreren Packstücken bestehen).
  - Inhaltliche Aufbereitung der verfügbaren Technologien (Fokus 3D-Konturerfassung, RFID) für alle Partner und Identifikation von Entwicklungszielen zur Berücksichtigung im Soll-Konzept.
  - Abstimmungen insb. mit den Partnern BAM und ADAS bzgl. der einzelnen Prüftechnologien (Verfügbarkeit, Entwicklungsziele, Kombinierbarkeit).
  - Diskussionen (insb. mit Anwendern) bzgl. der Zulassungsfähigkeit neuer Prüfverfahren.

Bzgl. der Zielstellungen des Projekts konnte im Konsortium und unter Einbeziehung der Anwender-Informationen festgestellt werden, dass eine Unterscheidung zwischen land- und luftseitiger Prüfstrategie nur bedingt sinnvoll ist. Entsprechend wurde im Soll-Konzept anschließend eine durchgängige Prüfstrategie durch alle Partner entwickelt, bei der sich mit dem Vorfeldtracking nur eine Prüftechnologie explizit auf luftseitige Prozesse bezieht. Alle weiteren Technologien fokussierten in der Folge auf die durchgängige Anwendung über die komplette Luftfrachtkette vom Versender bis zum Verladen der Luftfrachtendung in das Flugzeug. In diesem Zuge wurde für die weitere Betrachtung im Projekt auch nur auf die Prozesse bis zum Air-Transport (vgl. Abb. 3) fokussiert.



**Abbildung 3 – Darstellung des ganzheitlichen Prozessablaufs Luftfrachtkette (Darstellung BIBA)**

Bzgl. der Einschätzung zum Einsatz von Prüftechnologien konnten verschiedene, z.T. gegensätzliche Aussagen von Seiten der Anwender gewonnen werden:

- Die Identifikation des einzelnen Packstückes muss frühzeitig in der Luftfrachtkette möglich sein mit entsprechenden Fingerprint-Kontrollmerkmalen **vs.** Es ist nur zielführend, direkt vor dem Verladen ins Flugzeug die Fracht zu prüfen.
- Neu integrierte Prüftechnologien sollten auch wirtschaftlichen Zusatznutzen generieren (z.B. durch Dual-Use zur Merkmalsprüfung der Fracht durch 3D-Scan und gleichzeitige Bestimmung des Transportvolumens zur Entgeltsicherung).
- Zusätzliche Prüfschritte in der Prozesskette machen vor allem dann Sinn, wenn in Verdachtsmomenten diese durch einfache Prüfverfahren aufgelöst werden und somit aufwändigere Nachprüfungen (z.B. durch Öffnen und Handsearch) vermieden werden können.
  - ➔ Die Vermeidung des Nachprüfungs-Aufwands stellte in der Folge im Projekt ein wesentliches Argument für den Einsatz der zusätzlichen, leicht prüfbaren ESecLog-Sicherheitsmerkmale dar!
- Für die Zulassung neuer Prüfmethoden und -technologien müssen vor allem Reglementierungen und Initiativen auf EU-Ebene mit berücksichtigt werden. Das LBA als zuständige deutsche Behörde ist bzgl. der technischen Expertise bisher nicht gut genug aufgestellt, um die Wirksamkeit einzelner Prüfmethoden und -technologien fundiert zu bewerten und diese entsprechend zuzulassen.
  - ➔ Entsprechend konnte in der Folge das LBA als Assoziierter Partner für das Projekt gewonnen werden. Das LBA wurde fortlaufend über die technologischen Ansätze und Entwicklungen im Projekt informiert.
- Für die Erstellung des Soll-Konzepts sollten auch Erfahrungen zur Gestaltung von Prüfprozessen und -technologien in anderen europäischen Ländern mit berücksichtigt werden. Bzgl. dieser Aufgabenstellung konnte Panalpina als international aufgestellter Dienstleister gute Hilfestellung leisten.
  - ➔ Der Fokus von ESecLog lag in der Folge darauf, national und international bestehende Prüftechnologien nicht zu ersetzen, sondern durch die entwickelten ESecLog-Lösungen zu ergänzen.

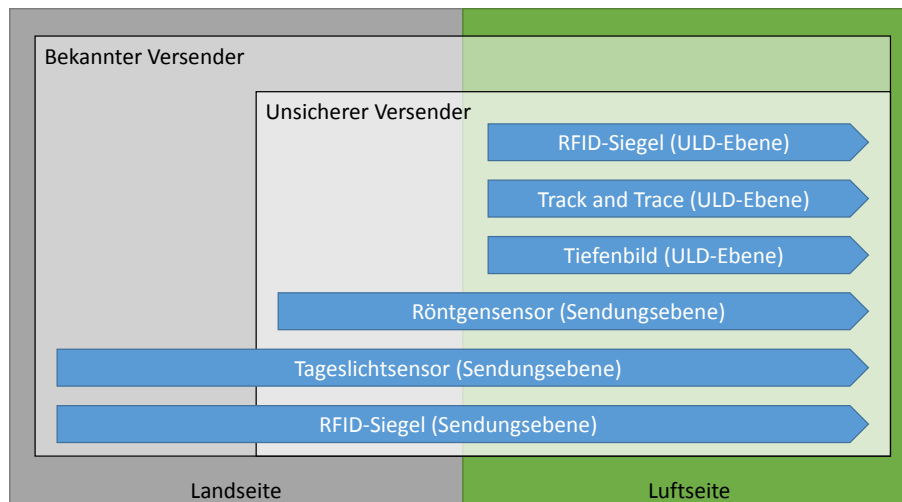
Begleitend erfolgte durch das Fraunhofer IFF über alle Arbeitspakete hinweg das allgemeine Projektmanagement mit Koordinierung von Arbeits- und Konsortialtreffen, Steuerung des Dokumentenhandlings (im Wiki-System, welches durch den Partner Viaboxx aufgesetzt wurde) sowie die Erstellung der Projektwebseite und allgemeiner Präsentationsmaterialien.

*Fazit:* Das **Arbeitspaket 1** wurde als Arbeitsgrundlage für die nachfolgenden Arbeitspakete finalisiert. Durch Prozessaufnahmen und Technologie-Analysen konnte das Projektkonsortium den gesamten Prozessüberblick vom Versender bis zur Verladung der Luftfracht in das Flugzeug gewinnen. Diese Prozessinformationen und Einsatzpotenziale für die ESecLog-Technologien konnten in der Folge in das Soll-Konzept einbezogen werden.

## 1.2 AP 2 – SOLL-Konzept

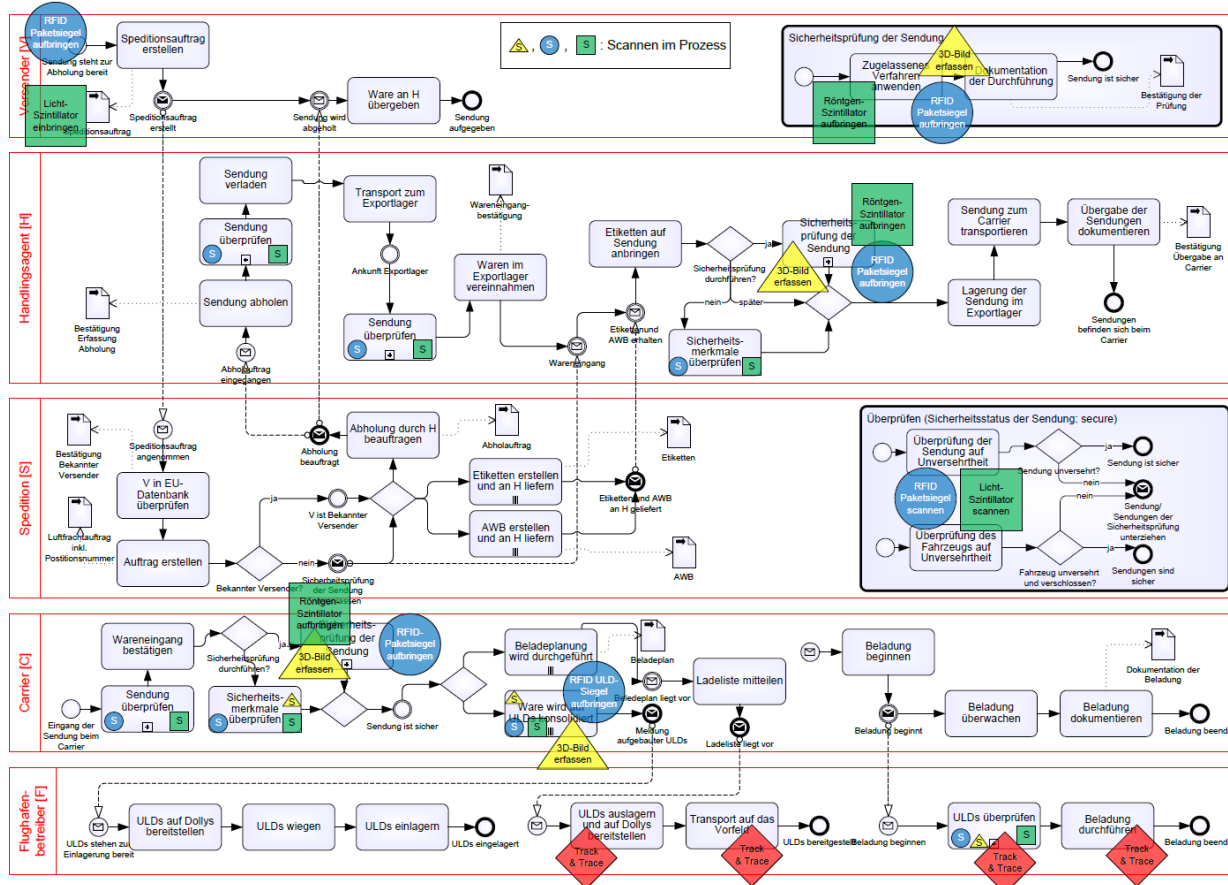
**Zielstellung:** Im Arbeitspaket 2 sollten die Handlungsempfehlungen der IST-Analyse in ein luftseitiges und ein landseitiges Technik-Konzept überführt werden. Mit der maßgeblichen Entwicklung des Security-Fracht-Fingerprints wurde durch das IFF dabei eine enge Verzahnung mit den Konzepten Logistik und IT angestrebt.

Im Arbeitspaket 2 wurde das ESecLog-Soll-Konzept mit Definition der zu nutzenden Prüfmerkmale, der zu entwickelnden Prüfverfahren sowie deren Zuordnung zu potentiellen Prüfpunkten in der Luftfrachtkette erstellt. Über die betrachtete Luftfrachtkette bis zur Verladung der Fracht in das Flugzeug konnten die anvisierten ESecLog-Prüftechnologien wie in Abb. 4 dargestellt grob den einzelnen Prozess-Schritten zugeordnet werden.



**Abbildung 4 – Zuordnung der Prüftechnologien zu Prozess-Stufen**

Dieses Grobkonzept wurde in der Folge mittels einer BPMN-Modellierung durch das BIBA feiner untersetzt. Durch das Fraunhofer IFF wurden entsprechend die möglichen Einsatzpunkte für die Prüftechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan zugeordnet und bzgl. der Anforderungen für die Technologieintegration weiter ausdefiniert. In der in Abb. 5 dargestellten Prozesskette des BPMN-Modells ist die Anwendung der RFID-Siegel als blauer Kreis sowie die potenzielle Nutzung des 3D-Konturscans als gelbes Dreieck dargestellt.



**Abbildung 5 – Zuordnung der Prüftechnologien zu den Luftfrachtprozessen im Rahmen des Soll-Konzepts**

Entsprechend der technologischen Zielstellungen des Fraunhofer IFF wurden die Technologien in Abgleich mit den analysierten Ist-Prozessen auf deren Anwendungsfähigkeit detaillierter untersucht:

**RFID-Siegel:**

- Ist für eine einfache Sicherung von Packstücken prinzipiell geeignet – im Rahmen der Praxisversuche war in der Folge zu präzisieren, für welche Typen von Packstücken die Technologie wie gut geeignet sowie unter welchen Prozessbedingungen die Technologie robust anwendbar ist.
- Ist im Soll-Prozess vor allem relevant für die Nutzung durch Bekannte Versender, nach der erstmaligen Sicherung von Packstücken in der Luftfrachtkette sowie für das Versiegeln kommissionierter Luftfrachtcontainer.

- Für das AP3 konnten Anforderungen an ein neu designtes Siegel-Label definiert werden. Diese dienen der Abstimmung mit Transponder-Herstellern.
- Demonstrationsszenarien zur Initialisierung und Überprüfung des packstückbezogenen RFID-Siegels wurden definiert.

### **3D-Tiefenbild:**

- Wurde in Bezug auf die analysierten Luftfrachtprozesse und Berücksichtigung der Erprobung verschiedener 3D-bildgebender Sensorsysteme auf deren Anwendungsfähigkeit hin bewertet. Verschiedene 3D-Sensorsysteme wurden evaluiert und bewertet.
- Aktuelle Sensorsysteme sind auf Basis der analysierten Luftfrachtprozesse nur bedingt geeignet, um komplette, gesicherte Luftfracht- oder Landfracht-Paletten bezüglich deren Kontur zu überprüfen.
  - Problemstellung der genutzten Umverpackungsmaterialien → vor allem der Einsatz von Sicherungsfolien erschwert den Einsatz der 3D-Sensoren.
  - Anwendung von Histogramm-Abgleich zur Detektion von Formveränderungen speziell für Luftfrachtpaletten ist schwierig, da genutzte Sicherungsfolien und v.a. Netze bei minimalen Änderungen in der Struktur (z.B. leichtes Verrutschen des Netzes) sofort zu Fehlalarmen führen.
- Definition alternativer Nutzung der 3D-Technologien zur Dokumentation des Aufbaus von Luftfrachtpaletten
  - Möglichkeit zum sequentiellen Zählen der verladenen Packstücke (Soll-Ist-Abgleich).
  - Möglichkeit zur Optimierung der Kommissionierprozesse durch prozessintegrierte Konturüberprüfung beim Palettenaufbau.
- Demonstrationsszenario zur Anwendung der sequentiellen 3D-Prüfung beim Aufbau von Luftfrachtpaletten

Für die spätere Integration der Prüftechnologien in das durch den Partner Viaboxx entwickelte Fracht-Fingerprint-Informationssystem (FFI) wurden weiterhin frühzeitig sogenannte Key Values definiert. Mit diesen konnte dokumentiert werden, welche prinzipiellen Ein- und Ausgangsgrößen im Rahmen der jeweiligen Prüfprozesse notwendig sind. In Tabelle 3 sind exemplarisch die Key Values für die Überprüfung des Sicherheits-Status eines RFID-Siegels zusammengefasst.



**Tabelle 3 – Beispiel für Key Value Definition**

Key	Pflicht?	Value	Bemerkungen	EPCIS-Attribut	Bemerkungen
type	x	String	checkSensor	bizStep	Attribut enthält die Vokabel "check_rfid_seal".
sensorType	x	String	RFIDseal		
timestamp	x	DateTime	Unix Timestamp	eventTime	Zeitpunkt des Events.
				recordTime	Zeitpunkt der Speicherung des Events im Repository.
				eventTimeZoneOffset	Abweichung der Zeit bezogen auf die koordinierte Weltzeit.
source	x	String	IFF / VIA	readPoint	Identifizierung des RFID-Readers durch eine "Serialized Global Location Number" (SGLN).
				bizLocation	Identifizierung des Ortes (z.B. Warehouse XY) durch eine "Serialized Global Location Number" (SGLN).
ESecLogID	x	Integer	neunstellige ESecLog-ID "123456 007"	epcList	Liste, welche den EPC (SSCC) und die TID des RFID-Siegels enthält. Der SSCC enthält die neunstellige ESecLog-ID.
EPC	x	String	128bit - EPC - 24-stellig Hex "..."		
TID	x	String	16-stellig Hex		
checkSensor	x	Boolean	True "ok"	disposition	Attribut enthält entweder die Vokabel "safe" oder "unsafe".

**Fazit**

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Soll-Konzepts wurde die Grundlage für nachfolgende gezielte Entwicklung und Integration der Prüftechnologien gelegt. Neben der Konkretisierung der Zielanwendungen in den Luftfracht-Prozessen wurden mit den Key Values die Ansätze zur späteren IT-Integration der Prüftechnologien definiert.

Gegenüber den ursprünglichen Ansätzen zur Nutzung des 3D-Konturscans kam es zu technologiebedingten Anpassungen. Die Zielanwendung wurde dahingehend angepasst, dass die 3D-Erfassung prinzipiell auf Einzel-Packstück-Ebene erfolgt. In diesem Sinne ist die 3D-Kontur ebenfalls als packstückindividuelles Sicherheitsmerkmal nutzbar.

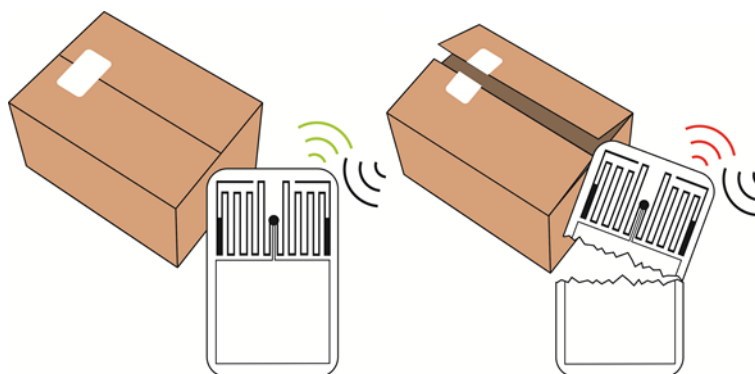
### 1.3 AP 3 – Entwicklung von Optimierungslösungen und Integration

**Zielstellung:** Im Rahmen des Arbeitspakets sollten durch das Fraunhofer IFF die definierten technischen Systeme entwickelt und in die in AP 2 definierten Sollszenerarien integriert werden. Zielstellung war die Erreichung des ersten Meilensteins mit erfolgreicher Erprobung der Lösungen in Precheck-Demonstratoren.

Zusammen mit dem AP 4 stellten die Arbeiten im Arbeitspaket 3 den Schwerpunkt der technischen Entwicklungen im Projekt dar. Entsprechend der Entwicklungsziele des Fraunhofer IFF standen die Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan im Fokus der Arbeiten. Diese werden jeweils beschrieben in Bezug auf ihre Grundfunktion, ihre Einbeziehung in die Luftfrachtprozesse gemäß des ESecLog-Soll-Konzepts, die spezifischen Entwicklungsarbeiten an der Technologie sowie deren Anbindung an das Fracht-Fingerprint-Informationssystem.

#### **RFID-Siegel**

Orientiert an bisherigen Anwendungen der RFID-Technologie im Logistikbereich wurde auf die Nutzung von passiven UHF-RFID-Transpondern (865-868 MHz) fokussiert. In diesem Bereich standen seit Projektbeginn Transponder-Chips zur Verfügung, die Zusatzfunktionalitäten im Sinne einfacher Sensorfunktionen in die passiven Transponder integrieren können (NXP G2iL+). Konkret sollte dabei die Möglichkeit einer Siegelfunktion genutzt werden. Dabei verfügt der Transponder, wie in Abb. 6 dargestellt, über einen Sicherungsdraht, der im Speicher des RFID-Chips ein Speicherbit umschaltet, sobald der Sicherungsdraht gerissen ist. Prinzip-bedingt kann dieses Speicherbit nur direkt im Lesefeld eines RFID-Readers ausgelesen werden – das Speicherbit ist also nicht dauerhaft umgeschaltet, sondern gibt nur zum Zeitpunkt der Transponder-Lesung den Status des Sicherungsdrahtes wieder.




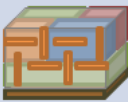
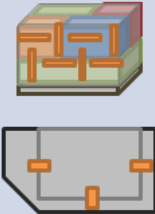
**Abbildung 6 – Funktionsprinzip RFID-Siegel**

Von dieser Transponderart lagen zu Projektbeginn erste Funktionsmuster vor, die in der Folge auf Basis der im Projekt aufgenommenen Anforderungen zusammen mit Transponderherstellern weiterentwickelt werden konnten.

*Einbindung in ESecLog-Soll-Konzept*

Für die Anwendung des RFID-Siegels wurden konzeptionell verschiedene Anwendungsebenen im Bereich der Luftfracht identifiziert und dokumentiert (vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4 – Anwendungsebenen RFID-Siegel in der Luftfrachtkette**

Versender	Transport	Road Carrier	Transport	Abfertiger	Transport	Air Carrier
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tagging einzelne Packstücke</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung Siegeltags vom Versender</li> <li>Tagging von Umverpackungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung Siegeltags der Umverpackung</li> <li>im Verdachtsfall Prüfung Siegeltags vom Versender</li> <li>Tagging auf ULD-Ebene</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>im Verdachtsfall Prüfung Siegeltags auf ULD-Ebene → bei Man.-Hinweis ULD zurück ins Lager zur Überprüfung</li> </ul>
----- Siegeltransponder auf Packstückebene -----						
----- Siegeltransponder auf Umverpackung -----						
				----- Siegeltransponder auf Umverpackung ----- ----- Siegeltransponder ULD-Container -----		
						

Von den konzeptionellen Ansätzen wurden in der Folge primär das Sichern einzelner Packstücke mittels RFID-Siegel sowie das Sichern von Luftfrachtcontainern als Anwendungen entwickelt. Auf Packstück-Ebene dient das RFID-Siegel neben der Sicherungsfunktion parallel auch als zentraler Informationsträger, über den das einzelne Packstück identifiziert wird. Entsprechend ergaben sich in Bezug auf das ESecLog-Soll-Konzept die nachfolgenden Prozesse, in die das RFID-Siegel zu integrieren war:

- Initialisierung eines RFID-Siegels (Abspeichern einer ESecLog-ID als Identifikationsnummer)
  - beim bekannten Versender zum Sichern einzelner Packstücke
  - beim reglementierten Beauftragten oder am Airport zum Sichern einzelner Packstücke
  - am Airport zum Sichern von Luftfracht-Containern
- Überprüfen des Sicherheitsstatus eines RFID-Siegels
  - als Einzellesung mittels Handheld-Reader (beim Gefahrenübergang / beim Kommissionieren der einzelnen Packstücke / beim Verladen der Luftfrachtcontainer in das Flugzeug)
  - als Pulklesung mittels RFID-Gate (beim Warenausgang / -eingang in Lägern)

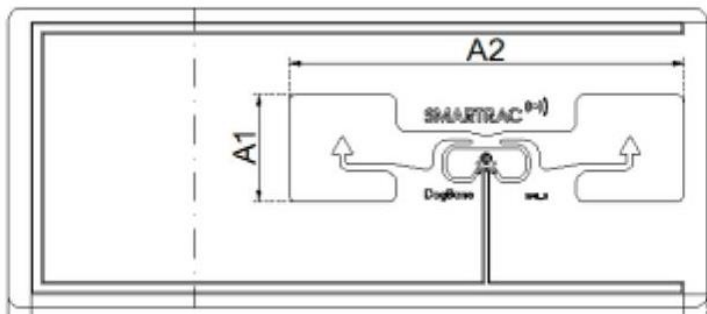
Analog zu den Prüfprozessen des RFID-Siegels konnten auch die Prüfprozesse des von der BAM entwickelten Licht/Röntgen-Sensors, dessen Status ebenfalls über RFID ausgelesen wird, in die Prozessabläufe integriert werden.

Oberste Zielstellung bei der Anwendung der RFID-Funktionen war es, die Prüfprozesse in die bestehenden physischen Abläufe der Luftfracht-Logistik zu integrieren und somit zusätzliche Materialflussprozesse zu vermeiden.

### *Spezifische Entwicklungsarbeiten*

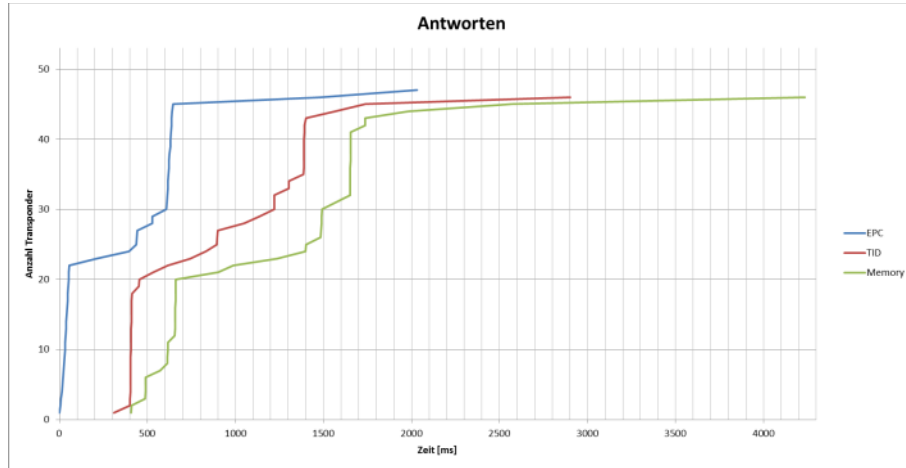
Zur Anwendung des RFID-Siegels im Prozessumfeld der Luftfracht stand vor allem die Weiterentwicklung der Transponder-Label im Vordergrund, um besser auf die Anforderungen in Bezug auf Pulklese-Fähigkeit und Applizierbarkeit abgestimmt zu sein. Auf Basis der Erprobung der zu Projektbeginn vorliegenden Versuchsmuster konnten entsprechende Anforderungen ggü. Transponderherstellern dokumentiert werden.

Von den angefragten Transponderherstellern konnte die Firma Smartrac das Design eines RFID-Siegel-Labels vorschlagen, welches für ein parallel laufendes Industrie-Projekt unter ähnlichen Anforderungen entwickelt worden war. Die Leistungsparameter bzgl. der Pulklesefähigkeit und der Applizierbarkeit (Label-Größe + Länge Sicherungsdraht) wurden auf Basis der Spezifikation vom Fraunhofer IFF als gut bewertet, so dass das Transponderdesign in die weitere Erprobung und Entwicklung im Projekt einbezogen wurde. Das Design der RFID-Siegel ist in Abb. 7 dargestellt.



**Abbildung 7 – RFID-Siegel der Fa. Smartrac**

Entsprechend wurden in der Folge v.a. Testreihen zur Pulklesefähigkeit mit den RFID-Siegeln durchgeführt. Prozessual bietet die Pulklesung mit der parallelen Identifikation mehrerer Objekte einen großen Vorteil von RFID ggü. anderen AutoID-Technologien, bei denen die sequenzielle Identifikation erforderlich ist. In Abb. 8 ist exemplarisch ein Leseergebnis dargestellt, wie im Zeitverlauf die Identifikationsnummer (EPC), die Transponder-ID (TID) und der Siegelstatus von über 40 RFID-Siegeln ausgelesen wurden.



**Abbildung 8 – Auswertung Pulklesung von RFID-Siegeln**

Neben der Identifikation der RFID-Siegel über die EPC (welche die ESecLog-ID enthält) ist gleichzeitig ein Auslesen der TID entscheidend. Da die TID eine vom Hersteller fest vergebene individuelle Nummer jedes RFID-Siegels ist, welche nicht verändert werden kann, lässt sich aus der Kombination der EPC und der TID die Authentizität des RFID-Siegels nachweisen.

Auf Basis der Testergebnisse konnten weitere Entwicklungspotenziale in Bezug auf die Reader-Algorithmen zum Auslesen der Transponder abgeleitet werden. Zusätzlich wurde aber auch deutlich, dass die genutzten RFID-Siegel in Bezug auf die Sensitivität (Ansprech- und Antwortverhalten) weiter verbessert werden müssen. Diesbzgl. wurde der Transponderhersteller Lab-ID, der auf die Entwicklung von RFID-Spezialanwendungen fokussiert ist, im Rahmen sonstiger unmittelbarer Vorhabenkosten mit der Erstellung eines erweiterten Transponderdesigns (auf Basis der Vorgaben des IFF) zur besseren Pulklesefähigkeit beauftragt. Von diesen Transpondern konnten erste Muster im Rahmen des Projekts evaluiert werden. Aufgrund der unvorhersehbar langen Lieferzeiten seitens Lab-ID konnten im Projektrahmen allerdings keine größeren Umfänge der Transponder mehr für Testzwecke einbezogen werden.

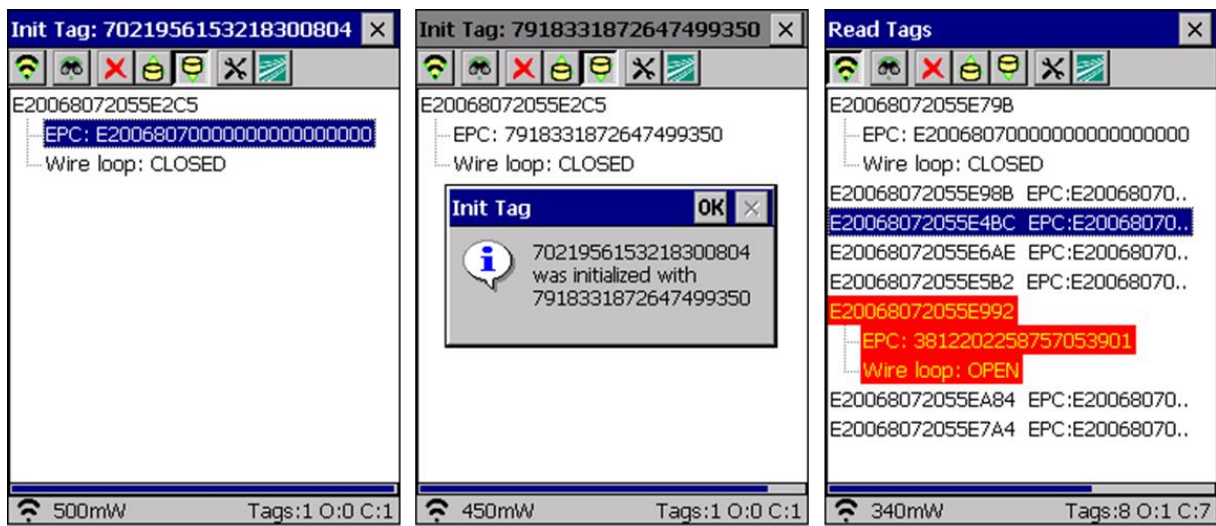
#### *Anbindung an das ESecLog Fracht-Fingerprint-Informationssystem FFI*

Wie im Abschnitt 1.2 beschrieben, wurden für die Integration der RFID-Funktionen in das FFI sog. Key Values definiert, welche die einzelnen Datenablagen in das FFI sowie Abfragen aus dem FFI beschreiben. In Bezug auf die verschiedenen RFID-Anwendungen (RFID-Siegel, RFID-Identifikation eines Packstücks, RFID-Funktion Licht/Röntgensensor) wurden die nachfolgenden Anbindungen an das FFI erarbeitet:

- Initialisierung eines RFID-Siegels (RegisterESecLogID, RegisterSensor),
- Überprüfung des Sensor-Status (CheckSensor),

- Identifizierung eines Packstücks (Identification),
- De-Registrierung eines RFID-Siegels oder Licht/Röntgen-Sensors im Falle eines zwischenzeitlichen Alarms und nach dem erneuten Sichermachen des Packstücks (UnregisterSensor + RegisterSensor),
- Zusammenführen von einzelnen RFID-Objekten zu einer höheren Verbundeinheit in Kommissionierprozessen (Bundle).

Entsprechend wurden im AP3 und AP4 die Funktionen in die RFID-Lesegeräte (bzw. angebundene Rechner) integriert, um die RFID-Statusinformationen an das FFI zu übertragen.



*Abbildung 9 – Benutzeroberfläche der Handheld-Anwendung zur Nutzung von RFID-Siegeln*

In Abb. 9 ist exemplarisch die Oberfläche der Handheld-Anwendung dargestellt, mit der RFID-Siegel initialisiert und auf den Siegel-Status überprüft wurden und die entsprechend die Statusinformationen an das FFI übertragen und die im FFI hinterlegten ESecLog-IDs abgerufen hat.

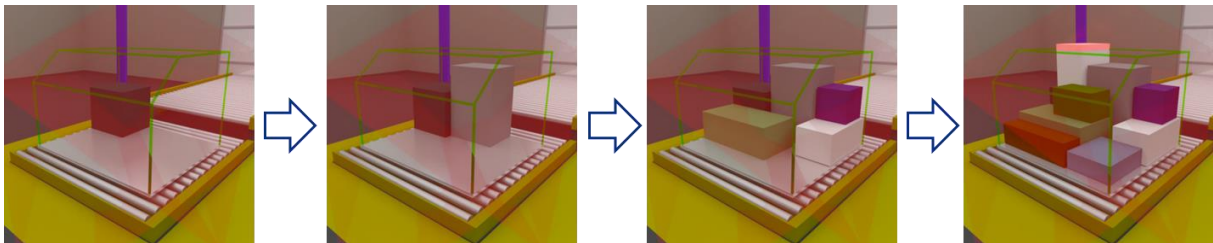


### 3D-Konturscan

Zielstellung der Teiltechnologie 3D-Konturscan war es, neuartige 3D-bildgebende Sensoren im Kontext der großvolumigen Luftfrachtobjekte anzuwenden, um 3D-Konturen von einzelnen Packstücken wie auch von kommissionierten Sendungen (z.B. auf Luftfrachtpaletten) aufzunehmen und diese 3D-Informationen als Sicherheitsmerkmal an verschiedenen Stellen der Prozesskette abzugleichen.

Der Fokus lag dabei auf Sensoren nach den Funktionsprinzipien ‚Time of Flight‘ und ‚Musterprojektion‘, mit denen flächige Tiefenbildinformationen als Single Shot generiert werden können. Mit diesen Messverfahren können ggü. herkömmlichen Laser-Linien-Scannern, wie sie z.B. in industriellen Anwendungen zur Oberflächenprüfung genutzt werden, deutliche Geschwindigkeitsvorteile erzielt werden. Zusätzlich bieten die neuartigen Sensorsysteme deutliche Kostenvorteile, so dass die Themenstellung 3D-Konturerfassung zunehmend auch für Logistikanwendungen interessant wird.

Wie unter AP2 beschrieben, erfolgte im Projektablauf eine Fokussierung auf die Vermessung individueller Packstücke, da kommissionierte und gesicherte Frachtbündel (Sicherung durch Stretchfolien und/oder Netze) durch die verfügbaren Sensortechnologien nach dem aktuellen Stand der Technik nicht zufriedenstellend vermessen werden können.



*Abbildung 10 – Prinzipdarstellung der 3D-Konturprüfung eines sequenziellen Palettenaufbaus*

Neben der Vermessung der Packstücke zur Nutzung der 3D-Informationen als Sicherheitsmerkmal können die 3D-Informationen als Mehrwert auch für die Auslastungsplanung bzw. zur Packoptimierung durch die Logistik-Anwender genutzt werden. Ein praxisrelevanter Mehrwert im Bereich Luftfracht ist dabei z.B. durch eine automatisierte Überprüfung der Aufbaukontur beim Aufbau Luftfrachtpaletten (vgl. Abb. 10) zu erzielen.

#### *Einbindung in ESecLog-Soll-Konzept*

Zur Nutzung der 3D-Kontur als Sicherheitsmerkmal eines einzelnen Packstücks ist in den Prozessen und Prozessumgebungen der Luftfracht zu beachten, dass z.B. bekannte Versender auch perspektivisch nicht über die notwendigen stationären Scaneinrichtungen verfügen werden. In diesem Sinne wurde die Erfassung der einzelnen Packstück-Konturen im ESecLog-Soll-Konzept dem Lagereingang (z.B. am Flughafen) zugeordnet. Dies deckt sich auch mit Zielstellungen, die einzelne Luftfrachtunternehmen mittelfristig verfolgen, um die internen Prozesse auch unter Berücksichtigung der genauen Objektvolumina zu optimieren.

Die erfasste und im System hinterlegte 3D-Kontur eines Packstücks kann wiederum an späteren Erfassungspunkten als Einzelscan oder auch im Bereich der Kommissionierung beim Aufbau der Luftfrachtpaletten mittels 3D-Sensorik gegengeprüft werden. Entsprechend werden die im FFI hinterlegten 3D-Informationen mit den aktuellen Messwerten abgeglichen, um bei größeren Abweichungen entsprechende Warnhinweise zu geben. Es ergeben sich für den 3D-Konturscan im ESecLog-Soll-Konzept somit die nachfolgenden Prozesse:

- Registrieren der 3D-Kontur eines einzelnen Packstücks (Verknüpfung der 3D-Informationen mit der RFID-Identifikation und Abspeichern im FFI)
- Abgleich der 3D-Kontur des Packstücks nach Identifikation mittels RFID und Abruf der im FFI hinterlegten 3D-Informationen
  - ➔ Abgleich der 3D-Kontur in einem Einzelscan
  - ➔ Abgleich im Zuge des sequenziellen Palettenaufbaus durch 3D-Bilddifferenz-Verfahren

Da der Fokus der ESecLog-Entwicklungen auf dem sicherheitsbezogenen Soll-Ist-Abgleich der 3D-Konturen lag, wurden keine weiterführenden Aufgaben z.B. zur Kontrolle der Aufbaukontur von Luftfrachtpaletten oder ähnliche Mehrwertfunktionen für Logistik-Anwender im Rahmen des Projekts entwickelt.

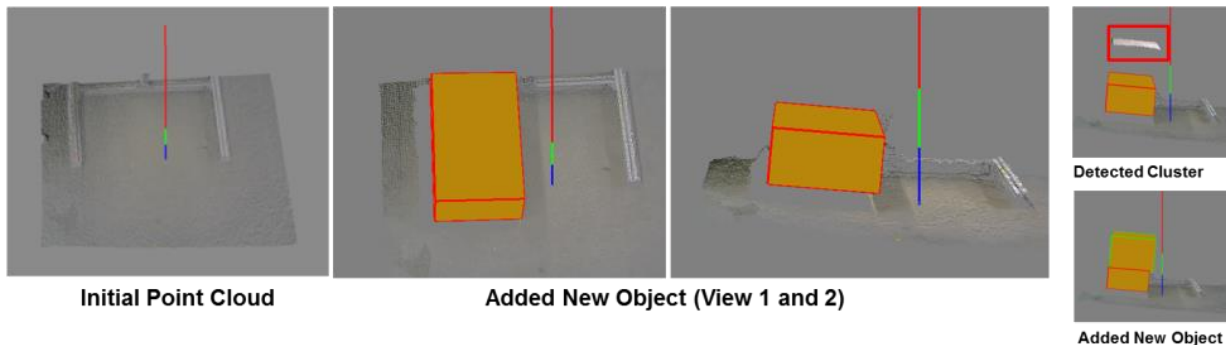
#### *Spezifische Entwicklungsarbeiten*

Aufgrund der großen Marktdynamik im Bereich der 3D-bildgebenden Sensoren wurde es im Projektverlauf zur kontinuierlichen Aufgabe, neu verfügbare Sensoren zu evaluieren. Dabei wurden primär die Messgenauigkeiten in verschiedenen Messentfernungen evaluiert und erzielbare Messbereiche verglichen. Evaluiert wurden die nachfolgenden Sensoren:

- Primesense, Carmine 1.08,
- Carmine 1.09,
- PMD camBoard nano, Fotonic E40,
- Argos 3D P320,
- Depthsense 311,
- Kinect 2,
- structure.io.

Zur Erprobung der Sensoren wie auch zur Entwicklung der 3D-Bildverarbeitung wurden zusammen mit Panalpina Normstrukturen für Packstücke definiert, um vergleichbare Frachtaufbauten als Testmuster für die verschiedenen Sensoren und Applikationen nutzen zu können. Zusätzlich wurden die 3D-Scan-Applikationen in Bezug auf die unterschiedlichen Prozessdynamiken (Einzelscan Packstück, sequenzieller Palettenaufbau mit entsprechend komplexen Bewegungsabläufen im Messbereich) hin entwickelt und optimiert.





**Abbildung 11 – Erfassung einer Packstück-Kontur im sequenziellen Palettenaufbau**

Bei der Vermessung der einzelnen Packstücke werden die Konturdaten in Bezug auf die ESecLog-ID des Packstücks in das Fracht-Fingerprint-Informationssystem (FFI) übertragen. Dabei werden jeweils die 3D-Konturdaten durch eine LxBxH (Länge, Breite, Höhe)-Repräsentanz als FFI-Datensatz gespeichert. Mit Vorliegen der 3D-Kontur des einzelnen Packstücks werden LxBxH im zweiten Mess-Prozess beim sequenziellen Palettenaufbau gegengeprüft (vgl. Abb. 11). Entsprechend wird das einzelne Packstück über das RFID-Siegel identifiziert. Mittels der ID ruft die Mess-Applikation die im FFI gespeicherten Konturdaten ab und vergleicht diese mit den aktuellen Messdaten. Signifikante Abweichungen der Kontur ergeben einen Manipulationsverdacht.

Auf Basis der Entwicklungs- und Testergebnisse bis zum Projektabschluss konnte für das IFF die Weiterentwicklung von 3D-Kontur-Messsystemen und entsprechenden Applikationen als umfangreicher weiterführender Forschungs- und Entwicklungsbedarf identifiziert werden.

*Anbindung an das ESecLog Fracht-Fingerprint-Informationssystem FFI*

Auch für den 3D-Konturscan wurden Key Values zur Anbindung an das FFI definiert. Diese sind nachfolgend in Tabelle 5 für die Funktion zur Registrierung der 3D-Konturen eines einzelnen Packstücks im FFI dargestellt.

**Tabelle 5 – Key Values zur Registrierung der 3D-Kontur eines Packstücks**

Key	Pflicht?	Value	Bemerkungen	EPCIS-Attribut	Bemerkungen
type	x	String	Register3D	bizStep	Attribut enthält die Vokabel "register_3D".
timestamp	x	DateTime	local timestamp / central timestamp in ISO 8601	eventTime	Zeitpunkt des Events.
				recordTime	Zeitpunkt der Speicherung des Events im Repository.
				eventTimeZoneOffset	Abweichung der Zeit bezogen auf die koordinierte Weltzeit.
source	x	String	IP of 3D-Scanner	readPoint	Identifizierung des 3D-Scanners durch eine "Serialized Global Location Number" (SGLN).
				bizLocation	Identifizierung des Ortes (z.B. Warehouse XY) durch eine "Serialized Global Location Number" (SGLN).
ESecLogID	x	Integer	neunstellige ESecLog-ID "123456 007"	epcList	Liste, welche den EPC (SSCC) des RFID-Siegels enthält. Der SSCC enthält die neunstellige ESecLog-ID.
length	x	Integer	Gesamtabmessungen der Sendung - Länge in cm	length	Die EPCIS-Attribute "length", "width", "height" sind keine Standard-Attribute und wurden projektbezogen neu hinzugefügt.
width	x	Integer	Gesamtabmessungen der Sendung - Breite in cm		
height	x	Integer	Gesamtabmessungen der Sendung - Höhe in cm		

Für die Hinterlegung und den Abruf von 3D-Daten wurden die folgenden Event-Typen mit jeweiligen Key Values definiert:

- Registrierung der 3D-Kontur eines Packstücks unter Einbeziehung der Identifikation des Packstücks mittels RFID (Register3D)
- Vergleich der 3D-Kontur eines Packstücks mittels Identifikation über RFID und Bereitstellung der 3D-Referenzdaten durch das FFI (Check3D)
  - Identifikation des Packstücks mittels RFID (ESecLog-ID)
  - Abruf der unter der ESecLog-ID hinterlegten Konturdaten aus dem FFI
  - Messung der 3D-Kontur und Abgleich mit den hinterlegten Konturdaten
  - Übermittlung der neuen Konturdaten und eventueller Alarm-Hinweise an das FFI

Im Rahmen der Versuchsaufbauten und der späteren Demonstrationsinstallation wurden jeweils die RFID-Lesedaten des Handhelds über ein lokales WLAN als MQTT-Nachricht (IoT-Protokoll) an den Verarbeitungsrechner der jeweiligen 3D-Scan-Station übertragen. Diese Verarbeitungsrechner haben jeweils die RFID- wie auch Konturdaten, die an das FFI übertragen bzw. von diesem abgerufen werden.

*Fazit* Mit der Entwicklung der technischen Lösungen konnten Pre-Check-Demonstratoren umgesetzt werden, anhand derer die prinzipielle Funktionsfähigkeit der Teiltechnologien nachgewiesen wurde. Gleichzeitig war die Akzeptanz der technischen Entwicklungen durch die Anwendungspartner (Panalpina und Lufthansa Cargo) sowie das LBA gegeben, so dass mit dem Abschluss des Arbeitspakets 3 der Zwischenmeilenstein im Projekt abgeschlossen werden konnte.

## 1.4 AP 4 – Test und Validierung

*Zielstellung:* Ziel des Arbeitspakets 4 war es, die Wirksamkeit und Anwendungsfähigkeit der entwickelten Lösungen qualitativ und quantitativ zu untersuchen. Der Fokus des Fraunhofer IFF lag dabei vor allem auf der Integration der technischen Systeme und deren Weiterentwicklung zu robusten Lösungen.

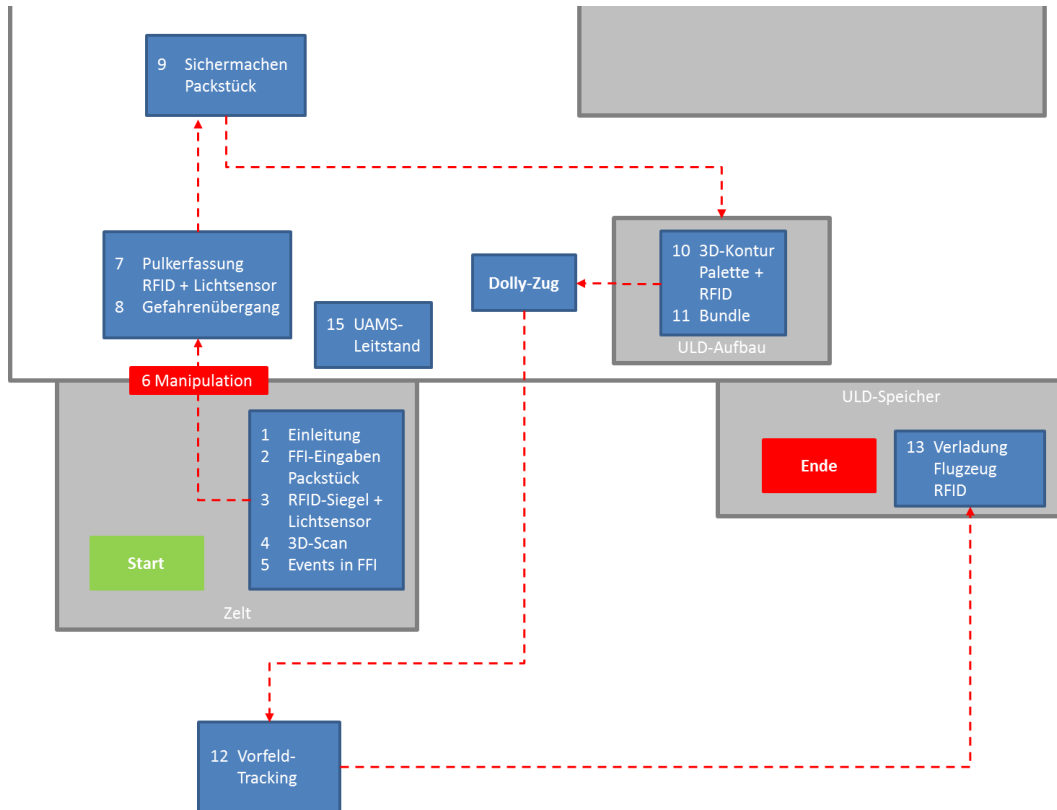
Innerhalb der ersten Projektphase konnte der Airport Bremen als assoziierter Partner für das Projekt ESecLog gewonnen werden. Durch den Airport wurden in der Folge Infrastrukturen von der Anlieferung über das Warehouse bis hin zum Vorfeld für das ESecLog-Konsortium für die Durchführung von Systemtests zur Verfügung gestellt. Unterstützt wurden dabei die notwendigen Prozessabläufe vor Ort durch operatives Personal des Airports.

Auf Basis der Partnerschaft mit dem Airport Bremen konnten im Rahmen des Arbeitspaket 4 umfangreiche Arbeiten zur Integration und Erprobung der entwickelten Technologien aller Partner unter den Produktiv-Bedingungen der Flughafenprozesse durchgeführt werden. Entsprechend wurden zur Abstimmung der Nutzung der Flughafen-Strukturen durch das BIBA und das Fraunhofer IFF Test- und Demonstrationspläne ausgearbeitet, an denen orientiert die Arbeiten aller Partner im AP4 in der Folge durchgeführt wurden. Das Vorgehen war dabei dreistufig gestaltet:

- 1) individuelle Tests der Teiltechnologien im Flughafenumfeld durch die jeweiligen Partner,
- 2) Integration der Teiltechnologien sowie Erprobung der integrierten ESecLog-Lösung in Testdurchläufen,
- 3) Erprobung und Durchführung von Demonstrationsdurchläufen bis zur Abschluss-Demonstration.

Orientiert an der Demonstrator-Planung wurden dabei die ESecLog-Prozesse vom Versand beim bekannten Versender, über den Wareneingang am Flughafen, die Kommissionierung der Sendungen auf ULDs bis zur Verladung in das Flugzeug komplett im Warehouse und Außenbereich des Airports Bremen simuliert und erprobt.

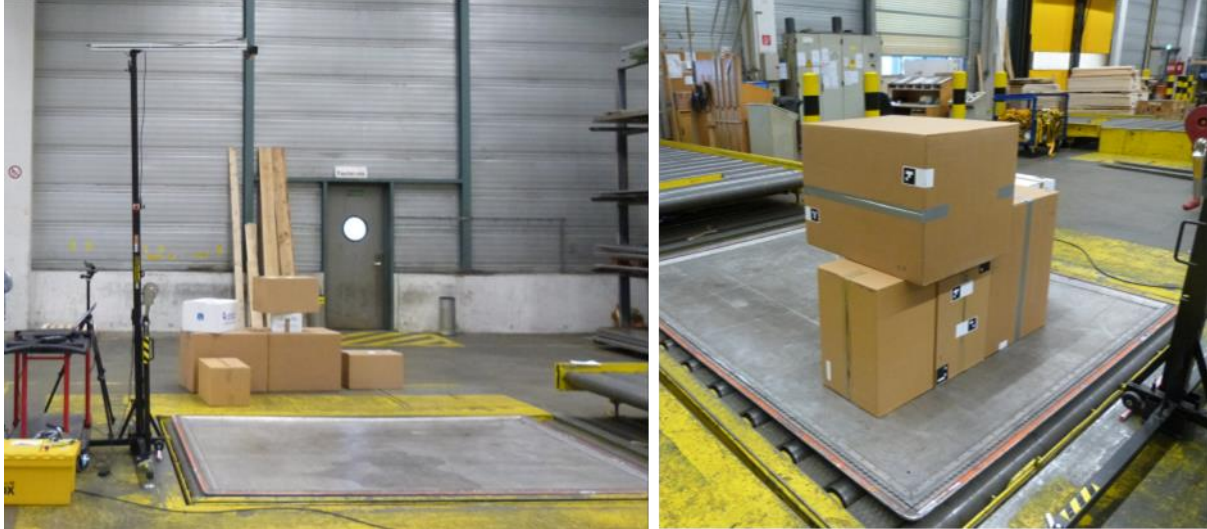
Durch das Fraunhofer IFF wurden dabei die in Abb. 12 benannten Prozess-Punkte 3, 4, 7, 8, 10 und 11 erarbeitet und abschließend präsentiert.



**Abbildung 12 – Ablauf des Test- und Demonstrationsprozessen am Airport Bremen**

Aufgrund der Nutzung der produktiven Anwendungsumgebung war es eine wichtige Maßgabe für die Versuchs- und Demonstrationaufbauten, dass diese möglichst mobil gestaltet werden, um z.B. Aufbaustrukturen für die 3D-Konturmessungen an den Paletten-Aufbaustationen direkt im Anschluss an die einzelnen Testdurchläufe wieder zurückbauen zu können. In Abb. 13 ist exemplarisch der Testaufbau für den mobilen 3D-Konturscan des sequenziellen Aufbaus von Luftfrachtpaletten zu sehen.

Durch die notwendigen Aufbaustrukturen konnten insbesondere für die Pulkerfassung von RFID-getaggtten Packstücken sowie zur 3D-Konturerfassung des sequenziellen Palettenaufbaus aus technischer Sicht nur bedingt optimierte Aufbauten umgesetzt werden. Somit wurden neben den allgemeinen weiterführenden F+E-Ansätzen, die für die Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan identifiziert wurden, auch Ansätze zur weiteren Optimierung der Erfassungs-Infrastrukturen aufgenommen.



*Abbildung 13 – Mobiler Versuchsaufbau zur 3D-Konturerfassung des Palettenaufbaus*

Im Rahmen der Testreihen am Airport Bremen konnten für die beiden Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan die Aufgaben zur technischen Weiterentwicklung abgeleitet werden, welche im z.T. noch parallel verlaufenden AP3 bearbeitet oder im Rahmen des AP4 nachgearbeitet wurden. Über den Projektumfang hinaus konnten für die Teiltechnologien die folgenden Schwerpunkte für die notwendige Weiterentwicklung identifiziert werden:

- **RFID-Siegel** → Steigerung der Robustheit des RFID-Siegels ggü. Falsch-Alarmen durch handlingsbedingtes Reißen des Siegeldrahts sowie Weiterentwicklung des Transponder-Designs dahingehend, dass das Sicherungsbit stabile Werte ausgibt
  - In Bezug auf das Sicherungsbit war zu verzeichnen, dass es bei intaktem Siegeldraht auch zur Bit-Stellung ‚Siegelbruch‘ sowie häufiger noch bei gerissenem Siegeldraht zur Bit-Stellung ‚Siegel intakt‘ kam → dies ist durch das elektronische Funktionsprinzip des Chips bedingt, welcher beim Umschalten des Siegel-Bits sehr enge Schwankungsgrenzen berücksichtigt
  - Die allgemeine physische Robustheit der RFID-Siegel kann im Rahmen der weiteren Verwertung der technischen Ansätze durch das Design angepasster Etiketten gewährleistet werden
- **3D-Konturscan** → für den 3D-Konturscan ergeben sich v.a. für die komplexe Erfassung der großvolumigen Konturen beim sequenziellen Aufbau von Luftfrachtpaletten umfangreiche Ansätze für weiterführende F+E-Aufgaben
  - Entwicklung synchronisierter Multi-Sensor-Messaufbauten mit entsprechender Zusammenführung der 3D-Messdaten in einem Mess-Modell,



- Steigerung der Messgenauigkeiten der 3D-bildgebenden Sensoren in größeren Messbereichen, um Konturen genauer vermessen und Mess-Schwankungen reduzieren zu können,
- Steigerung der Robustheit der Messgenauigkeiten ggü. verschiedenen kritischen Oberflächenmaterialien,
- Weiterentwicklung der Algorithmen zur Extraktion der 3D-Bilddifferenzen beim Palettenaufbau unter Berücksichtigung der dynamischen Aufbauprozesse (Vermeidung von Wartezeiten für die Logistikprozesse aufgrund der Objektvermessung).

Abschließend konnten die am Airport Bremen erprobten Testaufbauten im Rahmen des Abschlusstreffens für die Demonstration der entwickelten ESecLog-Lösungen genutzt werden. Gemäß dem in Abb. 12 dargestellten Prozessablauf wurde der Luftfrachtprozess vom bekannten Versender bis zum Verladen der Fracht in das Flugzeug im physischen Materialfluss simuliert. Dabei wurden die einzelnen Prüftechnologien mit den jeweiligen möglichen Prozess-Events (z.B. Initialisierung RFID-Siegel, Prüfung RFID-Siegel mit Alarm-Meldung, erneutes Sichern mit RFID-Siegel) demonstriert und deren Einbindung in das FFI dargestellt. In Abb. 14 sind exemplarisch das RFID-Gate zur Pulklesung von Packstücken mit RFID-Siegeln sowie die Station zur 3D-Konturprüfung des Palettenaufbaus als Bestandteile des Demonstrators zu sehen.



*Abbildung 14 – Versuchsaufbauten im Rahmen der Abschluss-Demonstration*

### Fazit

Durch die Erprobung der Teil-Technologien sowie der integrierten ESecLog-Lösung in den Prozessumgebungen es Airport Bremen konnten wichtige Erfahrungen für die weiterführende Verwertung der Projektergebnisse gesammelt werden. Für das Fraunhofer IFF ergeben sich dadurch umfangreiche Ansätze für weiterführende F+E-Aufgabenstellungen.

In Bezug auf die Resonanz zur Abschluss-Demonstration ist der Projektabschluss aus Sicht des Fraunhofer IFF positiv zu bewerten.

## 1.5 AP 5 – Kosten-Nutzen-Analyse

**Zielstellung:** Ziel des AP 5 war die Überprüfung der ökonomischen Wirksamkeit der im Projekt entwickelten Lösung. Durch das IFF sollte dabei die Nutzenbewertung der technischen Lösungen begleitend zu den Testergebnissen des AP 4 vorgenommen werden.

Innerhalb des Arbeitspakets 5 wurden durch die Partner BIBA und BAM Modelle zur Bewertung einer wirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse sowie zur Sicherheitsbewertung der ESecLog-Lösungen entwickelt. Das Fraunhofer IFF hat hierzu jeweils zur Entwicklung der Modelle (notwendige Eingangsgrößen, erzielbare Aussagen) beigetragen. Darüber hinaus wurden für die jeweiligen Bewertungen die Eingangsgrößen in Bezug auf die Technologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan für verschiedene Anwendungsszenarien erarbeitet.

Die Kosten-Nutzen-Analyse erfolgte auf Basis verschiedener Methoden – zum einen mittels Total-Cost-of-Ownership und zum anderen mittels Kapitalwertmethode. Dabei wurden durch das IFF jeweils Technologie- und Prozesskosten zum Einsatz der Prüftechnologien prognostiziert und den durch das BIBA und Panalpina identifizierten Einsparpotenzialen gegenübergestellt. Betrachtet wurden dabei drei verschiedene Szenarien zur integrierten Nutzung aller ESecLog-Lösungen – neben einem 100%igen Nutzen (in Bezug auf die Einsparpotenziale) wurden auch der 85%ige sowie der 75%ige Nutzen untersucht. In der Gesamtsumme war dabei bei beiden Bewertungsmethoden ab dem 85%igen Nutzen ein positives wirtschaftliches Ergebnis zu verzeichnen.

Nachfolgend sind exemplarische Eingangsgrößen des IFF für die Berechnungsmodelle des BIBA zusammengestellt (Tabelle 6). Diese prognostizierten Eingangsgrößen wurden ebenfalls in verschiedenen Kosten-Szenarien untersucht, da zum Entwicklungszeitpunkt innerhalb des Projekts nur zum Teil genaue Kosten für tatsächliche, später marktverfügbare Produkte abzuschätzen waren.

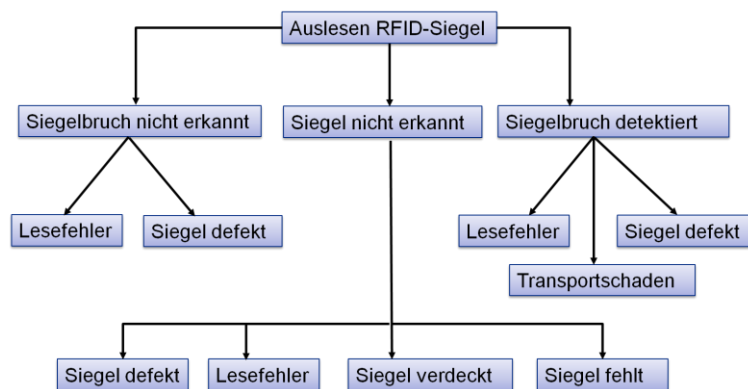
**Tabelle 6 – exemplarische Zusammenstellung von Kosten zur Überprüfung von RFID-Siegeln (RFID-Hardware)**

stationäres RFID-Gerät		mobiles RFID-Gerät	
Anschaffungskosten	10.000,00 €	Anschaffungskosten	2.000,00 €
Abschreibungsdauer in Jahren	5	Abschreibungsdauer	5
Abschreibung pro Jahr	2.000,00 €	Abschreibung pro Jahr	400,00 €
Wartungskosten pro Jahr	500,00 €	Wartungskosten pro Jahr	100,00 €
Zusätzliche jährliche Kosten z. B. Betriebskosten	500,00 €	Zusätzliche jährliche Kosten	100,00 €
Anzahl Geräte pro Warehouse	2	Anzahl Geräte pro LKW	1
Kapazität Frachtstücke pro Jahr in Prozesskette	1.500.000	Anzahl Geräte pro Warehouse	2
		Kapazität Frachtstücke pro Jahr in Prozesskette	60.000
<b>Kosten Hardware pro Jahr</b>	<b>3.000,00 €</b>	<b>Kosten Hardware pro Jahr</b>	<b>600,00 €</b>
<b>Variable Kosten pro Jahr</b>	<b>1.000,00 €</b>	<b>Variable Kosten pro Jahr</b>	<b>200,00 €</b>

Für die Bewertung des Sicherheitsniveaus, die durch die ESecLog-Lösungen erzielt werden können, wurde durch den Projektpartner BAM mit Beteiligung des IFF zunächst untersucht, ob

diese Bewertung auf Basis einer POD/ROC-Betrachtung erfolgen kann (POD – Propability of Detection; ROC – Receiver Operating Characteristics). Dazu wurden zunächst für die Teillösung des RFID-Siegels Analysen durchgeführt, die jedoch aufzeigten, dass für eine Bewertung mittels POD/ROC deutlich umfangreichere Testreihen (die den Projektrahmen überstiegen hätten) zu allen Teiltechnologien hätten durchgeführt werden müssen. Weiterhin wurde deutlich, dass eine verkettete Nutzung der Teiltechnologien im integrierten Konzept des Fracht-Fingerprints nicht direkt über die Methode POD/ROC abbildbar ist.

Die erfolgten Ansätze, welche Merkmale jeder Teiltechnologie zu untersuchen sind, wurden deshalb in der Folge in ein Scoring-Modell überführt, mit dessen Hilfe sich das Gesamtscore einer kombinierten Anwendung der ESecLog-Technologien bewerten lässt. Exemplarisch sind nachfolgend für das RFID-Siegel die möglichen Fehlerfälle klassifiziert, die zu einem sog. Falsch-Positiv-Events führen – also der Meldung eines Alarms, obwohl das betroffene Packstück nicht gezielt manipuliert worden ist (Abb. 15).



**Abbildung 15 – Fehlerfälle bei der Anwendung des RFID-Siegels**

Für alle Teiltechnologien wurden entsprechend Fehlerquellen klassifiziert, die mit entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten in das Scoring-Modell eingegeben wurden. Entsprechend sind mit diesem Modell auch verschiedene Nutzungs-Szenarien (z.B. zur Berücksichtigung verschiedener Eintrittswahrscheinlichkeiten auf Basis unterschiedlicher technischer Reifegrade) betrachtet worden.

Wie in Abb. 16 zu sehen, konnten weiterhin in verschiedenen Szenarien einzelne Teiltechnologien oder Fehlerfälle auch ausgeschlossen werden.

Eine zentrale Erkenntnis der Scoring-Untersuchungen war, dass die Anwendung und Kombination mehrerer Sicherheitsmerkmale (RFID-Siegel, 3D-Scan, Vorfeld-Tracking, Lichtsensor, Röntgensensor) selbst bei relativ großen Fehleranfälligkeiten einer einzelnen Technologie eine relativ sichere Aussage über den Sicherheitsstatus eines einzelnen Packstücks zulässt.



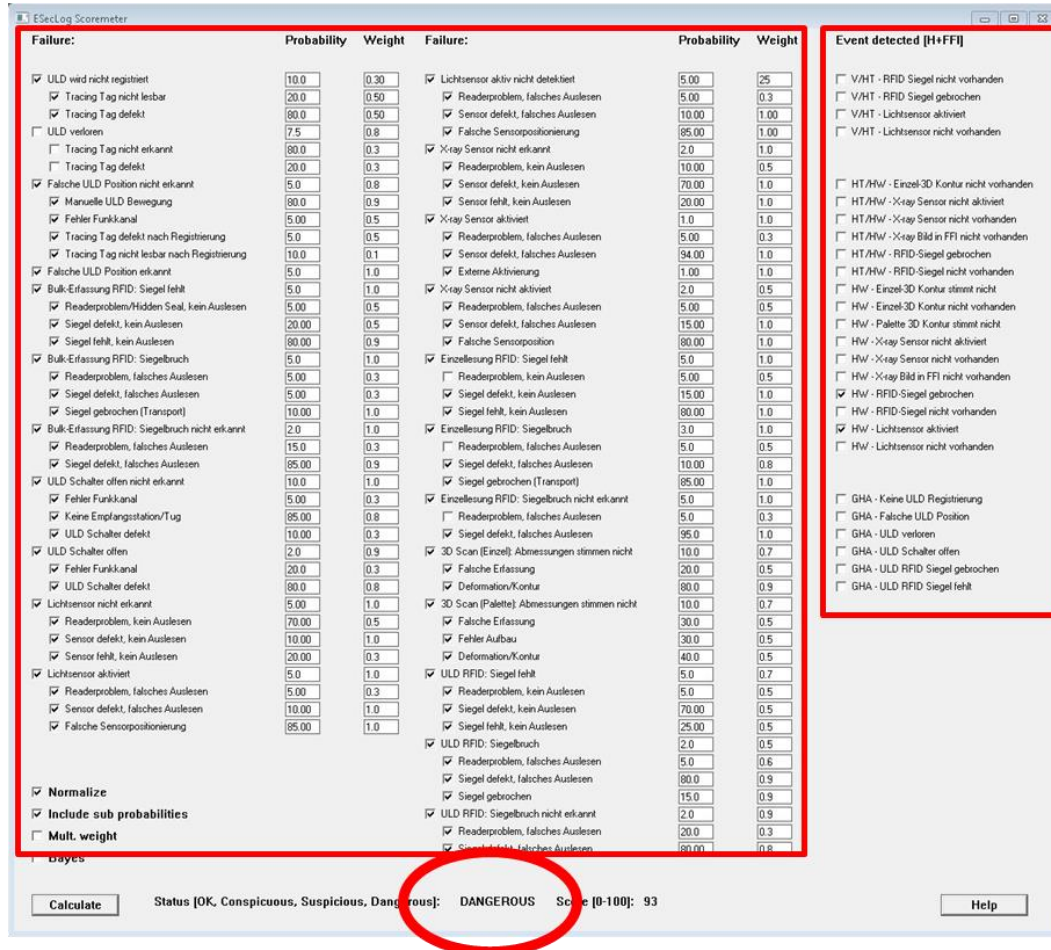


Abbildung 16 – Beispielanwendung des Scoring-Modells der BAM

In diesem Sinne trägt also das Prinzip der Fracht-Fingerprints zur kombinierten Bewertung mehrere Sicherheitsmerkmale dazu bei, dass sich Falsch-Positiv-Events einzelner Prüftechnologien nur wenig auf die gesamtheitliche Bewertung des Sicherheitsstatus eines Packstücks auswirken.

**Fazit**

Im Rahmen des Arbeitspakets konnten die Potenziale der entwickelten Lösungen und Teiltechnologien zur wirtschaftlichen Anwendung und zur sicheren Bewertbarkeit des Sicherheitsstatus nachgewiesen werden. Diese Effekte werden primär durch die kombinierte Anwendung der Prüftechnologien erzielt. Einzelne Prüftechnologien hingegen erzielen nur deutlich geringere Nutzen-Potenziale.

## 1.6 AP 6 – Erstellung eines übergreifenden Konzepts

**Zielstellung:** Die übergreifende Zielstellung des Arbeitspakets 6 stellte das Sicherstellen der Übertragbarkeit der Projekterkenntnisse/-ergebnisse auf Luftfrachtdienstleister außerhalb des Projektkonsortiums dar. Durch das Fraunhofer IFF sollte die Bewertung der Übertragbarkeit der technischen Lösungen sowie Ansätze zur Standardisierung der Lösungen erarbeitet werden.

Durch das Fraunhofer IFF wurde im Rahmen des Arbeitspakets 6 als Ansatz zur Standardisierung ein EPCIS-Konzept entwickelt. EPCIS steht für Electronic Product Code Information System und ist ein Standard der GS1 der in Bezug auf den Einsatz von AutoID-Technologien (RFID, Barcode etc.) Anwendung findet. Der Standard ist insbesondere für den unternehmensübergreifenden Austausch von Identifikationsinformationen (was? / wann? / wo? / warum?) entwickelt worden und kommt verstärkt im Rahmen von RFID-Anwendungen (z.B. in der Automobilindustrie) zum Einsatz.

Da im Projekt neben dem Einsatz von RFID-Siegeln auch in den Teiltechnologien der Partner ADAS und BAM RFID als Technologie zur Objektidentifikation zum Einsatz kommt und auch in Bezug auf den 3D-Konturscan jeweils das RFID-Siegel als Identifikator des Packstücks dient, konnte das im EPCIS-Standard beschriebene Vorgehen gut im Projekt ESecLog adaptiert werden, um die Kommunikation zum Datenaustausch zwischen verschiedenen Prüfpunkten entlang der Luftfrachtkette in einer standardisierten Form durchzuführen.

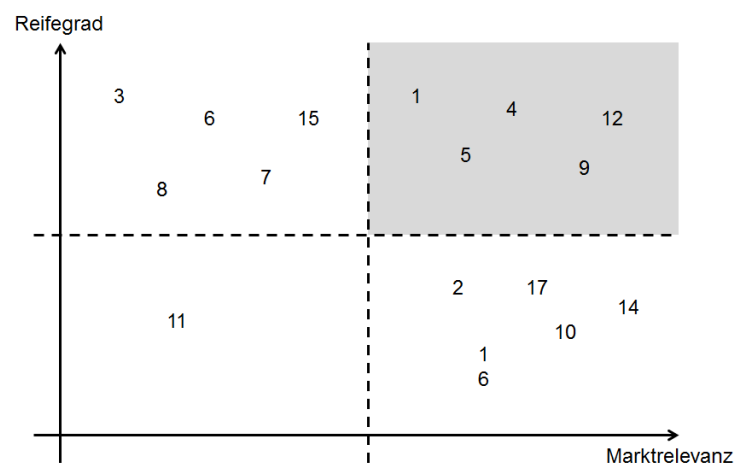
In diesem Sinne wurde durch das IFF ein EPCIS-Konzept erarbeitet, mit welchem sich die RFID-basierten Events als auch die weiteren Prüf- und Übergabeschritte innerhalb der Luftfrachtkette im Sinne von EPCIS-Events dokumentieren lassen. Das im Rahmen des EPCIS-Standards bestehende Core Business Vocabulary wurde im Projekt um Luftfracht-spezifische Vokabeln ergänzt, so dass sich die Projektentwicklungen in der Folge in einen Branchen-Standard überführen lassen würden.

<pre> &lt;EPCISBody&gt;   &lt;EventList&gt;     &lt;ObjectEvent&gt;       &lt;eventTime&gt;2015-05-06T11:28:45Z&lt;/eventTime&gt;       &lt;recordTime&gt;2015-05-06T11:28:45Z&lt;/recordTime&gt;       &lt;eventTimeZoneOffset&gt;+01:00&lt;/eventTimeZoneOffset&gt;       &lt;epcList&gt;         &lt;epc&gt;urn:epc:id:sscc:40241438.537868001&lt;/epc&gt;         &lt;epc&gt;urn:epc:stid:E280110020003109A1720019&lt;/epc&gt;       &lt;/epcList&gt;       &lt;action&gt;OBSERVE&lt;/action&gt;       &lt;bizStep&gt;         &lt;id&gt;http://epcis.eseclog.com/user/vocab/bizstep/check_rfid_seal&lt;/id&gt;       &lt;/bizStep&gt;       &lt;disposition&gt;         &lt;id&gt;http://epcis.eseclog.com/user/vocab/disp/safe&lt;/id&gt;       &lt;/disposition&gt;       &lt;readPoint&gt;         &lt;id&gt;urn:epc:id:sgln:40246733.0458.7&lt;/id&gt;       &lt;/readPoint&gt;       &lt;bizLocation&gt;         &lt;id&gt;urn:epc:id:sgln:40312489.0012.0&lt;/id&gt;       &lt;/bizLocation&gt;     &lt;/ObjectEvent&gt;   &lt;/EventList&gt; &lt;/EPCISBody&gt; </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>← Zeitpunkt des Events</li> <li>← SSCC</li> <li>← TID</li> <li>← Geschäftsprozess</li> <li>← Zustand des RFID-Siegels</li> <li>← ID des RFID-Readers beim „Handlingsagent Transport“</li> <li>← ID der Lokation</li> </ul>
--	---

**Abbildung 17 – Beispiel-Event auf Basis des ESecLog-EPCIS-Konzepts**

Exemplarisch ist in Abb. 17 die Überprüfung des Status eines RFID-Siegels gemäß ESecLog-EPCIS-Konzept als Daten-Nachricht dargestellt. Entsprechend dieses Vorgehens konnten die im Rahmen des Arbeitspakets 2 definierten Key Values für die ESecLog-Teiltechnologien komplett in das ESecLog-EPCIS-Konzept überführt werden.

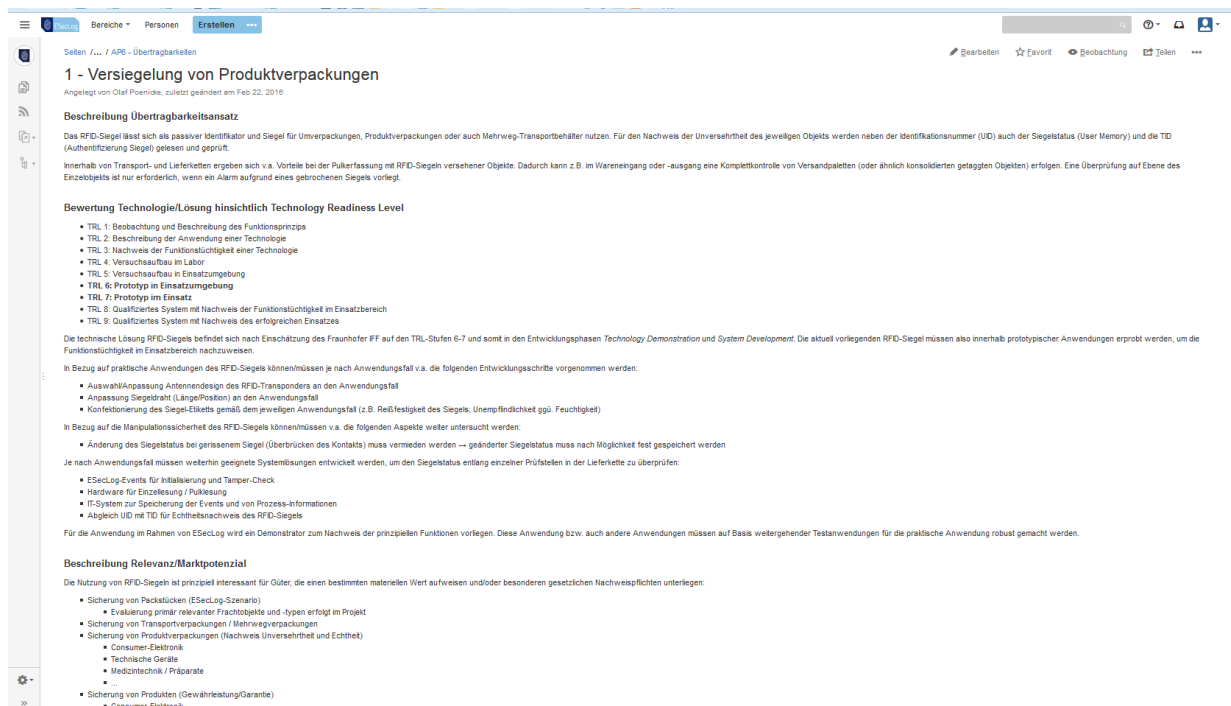
Zur Identifikation von Übertragbarkeiten der ESecLog-Teiltechnologien sowie des Gesamtsystems wurden durch das Projektkonsortium verschiedene Ansätze identifiziert und in der Folge hinsichtlich Ihrer Marktfähigkeit und des Reifegrads der Technologie (gemäß Technology Readiness Level - TRL) bewertet. Dabei wurden insgesamt 17 Übertragbarkeitsansätze beschrieben und grob bewertet. Die im grau markierten Sektor in Abb. 18 enthaltenen Übertragbarkeitsansätze wurden in der Folge eingehender beschrieben und bewertet.



**Abbildung 18 – Vorbewertung der identifizierten Übertragbarkeitsansätze**

Vor allem die Bewertung des Reifegrads nach TRL impliziert jeweils auch einen weiteren zeitlichen Entwicklungshorizont, um die einzelnen Technologien marktfähig auszuentwickeln und somit auch in die weiteren Anwendungsfelder zu übertragen.

In Bezug auf die vom IFF entwickelten Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan war zu verzeichnen, dass insbesondere der 3D-Konturscan für großvolumige Objekte wie Luftfrachtpaletten noch ein geringeres TRL ausweist, so dass hier noch umfangreicher weiterführender Forschungs- und Entwicklungsbedarf identifiziert werden konnte. Für das RFID-Siegel hingegen konnten mehrere Übertragbarkeitsansätze identifiziert werden. Einer davon ist in Abb. 19 dargestellt. Bei dem schon hohen Reifegrad der Technologie ist davon auszugehen, dass es zeitnah in anderen Anwendungsfeldern mit weniger komplexen Anforderungen als der Luftfracht (z.B. durch hohe Varianz der Objekte, hohe physische Belastungen, Komplexität der Frachtstruktur in Pulklese-Prozessen) Anwendung finden wird.



**Abbildung 19 – Bewertung Übertragbarkeitspotenzial RFID-Siegel (Auszug)**

Neben der Bewertung der Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan war das IFF auch an der Bewertung der anderen Übertragbarkeitsansätze beteiligt. Zusätzlich konnten neben dem EPCIS-Konzept auch in Bezug auf den Luftfrachtstandard Cargo 2000 zusammen mit dem BIBA Ansätze identifiziert werden, wie sich die erarbeiteten ESecLog-Lösungen (primär Prozesse) integrieren lassen.

## Fazit

Mit dem EPCIS-Konzept und der Erarbeitung der Übertragbarkeitsansätze konnte das Arbeitspaket 6 umfangreich bearbeitet und abgeschlossen werden. Insbesondere auf Basis der Übertragbarkeitsansätze der Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan, der damit aufgebauten Expertise sowie der diesbzgl. identifizierten weiterführenden F+E-Bedarfe ergeben sich für das Fraunhofer IFF umfangreiche Ansätze für die Verwertung der Projektergebnissen in nachgelagerten Industrie- und Forschungsprojekten.

## 1.7 AP 7 – Erstellung eines Leitfadens Security-Fracht-Fingerprint

**Zielstellung:** Im Rahmen Arbeitspakets 7 war das Ziel, die technikspezifischen Inhalte des Projektes im Leitfaden ‚Technik‘ zusammenzufassen. Weiterhin sollte das IFF die Zusammenführung der Teil-Leitfäden sowie der Verwertungsstrategien der einzelnen Partner koordinieren.

Über den gesamten Projektverlauf hinweg wurden die Projektentwicklungen und -ergebnisse begleitend in einem projekteigenen Wiki-System dokumentiert. Auf dieser Basis konnten z.B. technische Beschreibungen auf Basis von Weiterentwicklung oder neuer Testerkenntnisse fortlaufend aktualisiert werden. Schwerpunktmäßig hat das Fraunhofer IFF dabei die technischen Entwicklungsthemen RFID-Siegel und 3D-Konturscan dokumentiert. Zusätzlich wurden, wie unter AP 3 beschrieben, auch Entwicklungsarbeiten in Bezug auf die RFID-Funktionalitäten im Bereich des Licht-/Röntgen-Sensors sowie des Vorfeld-Trackings durch das Fraunhofer IFF begleitet und dokumentiert. In Abb. 20 ist exemplarisch die technische Konzipierung der Einsatzfelder für das RFID-Siegel als Bestandteil des Leitfadens Technik dargestellt.

**Transponderformen:**

Für die angestrebten Lösungen sollen explizit passive Transpondertechniken zum Einsatz kommen. Gründe hierfür sind zum Einen die kostengünstige Anwendbarkeit - v.a. auch auf Sendungsebene in Kombination mit dem AWB (hier muss noch der Datenumfang im Rahmen von e-Freight geprüft werden, der ggf. mit auf dem Tag hinterlegt werden kann). Zum Anderen sollen im parallelen F&E-Projekt CairGoLution ein aktives System zur Sicherung von Luftfrachtcontainern entwickelt werden. Hier müssen wir uns also von deren Entwicklungsrichtung abgrenzen.

Auf Basis der im Logistikbereich etablierten RFID-Anwendungen sollen Transponder im UHF-Bereich (865-868 MHz) zum Einsatz kommen. Die zu entwickelnden Lösungen, die nachfolgend genannt werden, sollen auf dem G2iL+ Chip von NXP basieren.

Entsprechend der verschiedenen Sendungsebenen und der im Einsatz befindlichen Transporthilfsmittel und -umverpackungen ergeben sich nachfolgend Anwendungsszenarien für den Einsatz von RFID:

- RFID-Siegel auf Packungsebene - Versiegelung des einzelnen Packstücks mittels Labeltransponder (passiver UHF-Transponder mit Sicherheitsbit → Entwicklungsaufgabe für IFF (mit Unterbeauftragung Transponderhersteller)
- RFID-Siegel auf ULD-Ebene wiederverwendbar - Versiegelung von ULD-Containern → Entwicklungsaufgabe für CAS
- RFID-Siegel integriert in Umverpackungsfolie - Versiegelung von Transportpaletten und ULD-Paletten → potentielle Weiterentwicklung des Labeltransponders - Konzept zusammen mit Anforderungen an Labeltransponder durch IFF und CAS ausarbeiten

**Anwendung Transponder in der Luftfrachtkette:**

Entsprechend der Sendungsebenen lassen sich die zu entwickelnden RFID-Siegel wie folgt in der Luftfrachtkette anwenden:

Versender	Transport	Road Carrier	Transport	Abfertiger	Transport	Air Carrier
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tagging einzelne Packstücke</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung Siegeltags vom Versender</li> <li>Tagging von Umverpackungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung Siegeltags der Umverpackung</li> <li>im Verdachtsfall Prüfung Siegeltags vom Versender</li> <li>Tagging auf ULD-Ebene</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>im Verdachtsfall Prüfung Siegeltags auf ULD-Ebene → bei Man.-Hinweis ULD zurück ins Lager zur Überprüfung</li> </ul>
----- Siegeltransponder auf Packstückebene -----						
----- Siegeltransponder auf Umverpackung -----						
----- Siegeltransponder auf Umverpackung ----- ----- Siegeltransponder ULD-Container -----						

Abbildung 20 – Beispiel-Eintrag im ESecLog-Wiki zum RFID-Siegel (Konzipierung Einsatzfelder)

Neben diesen spezifisch technischen Beschreibungen wurden durch alle Partner sogenannte Standard Operating Procedures (SOPs) in Bezug auf die Anwendung der Prüftechnologien in



den Luftfrachtprozessen definiert und ausformuliert. Das Fraunhofer IFF hat entsprechend der Entwicklungsschwerpunkte dabei die SOPs für das RFID-Siegel (beginnend mit einer SOP für die Initialisierung bis hin zu einer SOP für die Überprüfung des Siegelstatus) sowie die 3D-Konturscans (Scan Einzel-Packstück und 3D-Konturscan beim sequenziellen Aufbau der Luftfrachtpaletten) ausgearbeitet. Nachfolgend ist in Abb. 21 exemplarisch die SOP für das Initialisieren und Aufbringen von RFID-Siegeln zum Sichern von Packstücken dargestellt.

<b>SOP</b>	
FFI sowie Initialisierung und Aufbringen des RFID-Siegels	
<b>Effective Date</b>	<b>Scope</b>
01.08.2016	Deutschland
<b>Objective</b>	
Eingabe der relevanten Sendungs-Daten in das FFI, Initialisierung der RFID-Siegel gemäß Anzahl der Packstücke und das Anbringen von RFID Etiketten durch den sicheren Versender.	
<b>Tools</b>	
Internet-Browser, RFID-Drucker	
<b>General</b>	
Alle relevanten Daten sind zunächst in das FFI einzugeben und das oder die Packstücke mit den initialisierten (bedruckten) RFID-Siegeln zu sichern.	
<b>Procedure</b>	
Der Sichere Versender erfasst alle relevanten Sendungsdaten im Fracht-Fingerprint-Informationssysteme (FFI). Diese umfassen: Absender, Empfangsland und Airport Destination, Anzahl der Packstücke, Einzelgewichte der Packstücke, Art der Packstücke ( z.B. Karton ) Abmessungen der Packstücke.	
Entsprechend der Eingaben werden gemäß der Anzahl der Packstücke automatisch die erforderlichen RFID-Siegel mit den ESecLog-IDs durch das System initialisiert und über den RFID-fähigen Drucker ausgegeben.	
Die erstellten RFID-Siegel werden durch den Sicheren Versender auf die einzelnen Packstücke aufgebracht. Dabei ist zu beachten, dass die Siegel mit dem Sicherungsdraht zwingend über der „Nahtstelle“ des jeweiligen Packstücks angebracht werden.	
Sollte ein Packstück mehrere relevante „Nahtstellen“ aufweisen, ist dies vorab im FFI einzugeben, um das Packstück mit mehreren RFID-Siegeln sichern zu können.	
Die Überprüfung des Siegel-Status (mittels RFID-Gate oder Handlesegerät) muss in der nachfolgenden Transportkette mindestens an den folgenden Stellen / Übergabepunkten	

*Abbildung 21 – SOP zum Einsatz von RFID-Siegeln (Auszug)*

Die im Projekt entwickelten SOPs können Anwender entsprechend bei der Nutzung der ESecLog-Technologien unterstützen oder gezielt zur Schulung von Mitarbeitern eingesetzt werden. Die SOPs sind dabei zunächst als Prinzip-Darstellungen zu verstehen und vorläufiger Natur, da für die praxistaugliche Anwendung der ESecLog-Technologien weiterführende

Entwicklungsarbeiten notwendig sind, die sich entsprechend auch auf die Nutzung der jeweiligen Prüfanwendungen auswirken.

Unter der Leitung des Projektpartners BIBA wurde ein Projektfilm verfasst, der alle entwickelten Technologien beschreibt und den Einsatz dokumentiert. Entsprechend wurden hier durch das Fraunhofer IFF die Teiltechnologien RFID-Siegel und 3D-Konturscan vorgestellt.

Neben den o.g. Beschreibungen der Projektarbeiten und -ergebnisse wurden durch das Fraunhofer IFF begleitend Ansätze für die wissenschaftliche Anschlussverwertung im Sinne weiterführender Forschungs- und Entwicklungsbedarfe dokumentiert. Diese umfassen für die Schwerpunktthemen des Fraunhofer IFF v.a.:

- die Weiterentwicklung von Anwendungen zum 3D-Konturscan für großvolumige Objekte wie z.B. Luftfrachtpaletten
  - Steigerung der Messgenauigkeiten und Robustheit ggü. verschiedenen Oberflächenmaterialien und ggü. dynamischen Prozessabläufen (z.B. beim Paletten-Aufbau)
  - robuste Anwendung von Multi-Sensor-Anwendungen zur Abdeckung des erforderlichen Messraumes
- Steigerung der Robustheit des RFID-Siegels ggü. Störeinflüssen, die aktuell zu Fehlalarmen führen und zukünftige Einbeziehung weiterer Sensorfunktionen im Bereich passiver Transponder
- die Betrachtung neuer Kommunikationstechnologien zur sicheren und kostensparenden Informationsübertragung des Frachtfingerprints, da diese Fragestellung im Projekt nur peripher behandelt wurde

*Fazit* Begleitend zu den beschriebenen Dokumentationsformen erfolgte mit der abschließenden Projektpräsentation im Rahmen der Abschlussveranstaltung am Airport Bremen der Abschluss des Arbeitspaket 7 und somit der erfolgreiche Abschluss des Gesamtprojekts ESecLog.



## 2. Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Das Projekt ESecLog mit dem Förderkennzeichen 13N12641 wurde durch das Fraunhofer IFF wie folgt abgerechnet:

*Table 7 – abgerechnete Kosten des Projekts ESecLog*

Kostenposition	Kosten in Euro
Material (0813)	26.236,93
FE-Fremdleistungen (0823)	keine
Personalkosten (0837)	533.964,59
Reisekosten (0838)	6.163,39
Anlagekosten (0847 / 0848)	keine
Sonst. unmittelbare Vorhabenkosten (0850)	11.000,00
<b>Abgerechnete Kosten, gesamt</b>	<b>577.364,91</b>
<b>Gezahlte Fördermittel, gesamt (gemäß SVN vom 13.12.2016)</b>	<b>530.000,00</b>

Die Projektabrechnung erfolgte im Wesentlichen gemäß der ursprünglichen Beantragung. Im Projektverlauf gab es entsprechende Anträge auf Freigabe der Mittel für Material (0813) und sonstige unmittelbare Vorhabenkosten (0850).

Die sonstigen unmittelbaren Vorhabenkosten konnten im Projektverlauf nicht komplett ausgegeben werden, da es im Projektablauf zu starken Lieferverzögerungen bei der beauftragten Firma Lab-ID kam (vgl. Abschnitt II.1.3). Von den beauftragten Transpondern konnten Muster im Projekt evaluiert werden. Die Tests konnten aber aufgrund der Lieferprobleme nicht in größeren Umfang durchgeführt werden. Anhand der Muster konnte aber eine positive Eignung ermittelt werden, so dass durch das Fraunhofer IFF geplant ist, die im Projekt umgesetzten Transponder-Designs im Rahmen der Anschlussverwertung weiter in der Luftfracht und anderen Logistik-Bereichen zu erproben.

### 3. Darstellung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das Projekt ESecLog wurde im Rahmen der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien über die Förderung zum Themenfeld "Sicherheit im Luftverkehr" im Programm "Forschung für die zivile Sicherheit" der Bundesregierung vom 25.07.2011 durchgeführt. Konkret hat das Projekt einen Beitrag geleistet zur in der Bekanntmachung adressierten Entwicklung und Integration

- (1) intelligenter und kostengünstiger Überwachungs- und Verschlusssysteme für manipulationssichere Lieferketten im Lufttransport sowie,
- (2) zukunftsorientierter Maßnahmen zur Verbesserung der Luftfrachtsicherheit durch Vernetzung der gesamten Logistikkette.

Zu den zusätzlichen Aspekten der Bekanntmachung, die durch das Projekt ESecLog z.T. bearbeitet worden sind, zählen:

- (3) innovative Technologien und Konzepte zur verbesserten Gefahr- und Sprengstoffdetektion in der Personen-, Gepäck-, Luftpost- und Luftfrachtkontrolle,
- (4) smarte Sensornetzwerke zur Unterstützung des sicheren Managements von Flughafeninfrastrukturen, Fluggeräten und Passagieren,
- (5) Aus-, Weiterbildungs- und Trainingsmaßnahmen für das Sicherheitspersonal,
- (6) Modelle für Qualitätskontrollen in der Einhaltung von Sicherheitsstandards.

Mit der Entwicklung der ESecLog-Lösungen auf Basis neuer Prüfmerkmale für den Sicherheitsstatus von Luftfracht und die übergreifende Dokumentation des daraus abgeleiteten Fracht-Fingerprints im Fracht-Fingerprint-Informationssystem (FFI) wurden die Punkte (1) und (2) direkt adressiert. Mit den neuartigen Prüfmethode können neue kostengünstige Überwachungslösungen geschaffen werden, um die Aufrechterhaltung des Sicherheitsstatus einzelner Luftfracht-Packstücke zu überprüfen. Somit sind neue Ansätze gegeben, die Fracht entlang der gesamten Lieferkette bis zur Verladung in das Flugzeug mit einfachen Mitteln auf eventuelle Manipulationen zu überprüfen. Durch die gleichzeitige elektronische Dokumentation aller Prüfungen und Gefahrenübergänge in der Lieferkette im FFI können gleichzeitig eine Verbesserung der Luftfrachtsicherheit (Möglichkeit aus Event-Mustern weitere Unregelmäßigkeiten zu identifizieren) sowie eine bessere Vernetzung der Partner entlang der Logistikkette erzielt werden.

Entsprechend der in Abschnitt II.1. beschriebenen durch das Fraunhofer IFF erarbeiteten Projektinhalte wurden weiterhin die Punkte (4) durch die Einbeziehung der RFID-Technologie im Bereich des Vorfeld-Trackings und (5) durch die Erstellung der Leitfadeneinhalte (u.a. SOPs) adressiert.

#### **4. Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

Als Einrichtung für die angewandte Forschung und Entwicklung ist das Fraunhofer IFF sowohl an einer wissenschaftlichen als auch einer wirtschaftlichen Verwertung der Projektergebnisse interessiert. Entsprechend sind nachfolgend sowohl die wirtschaftlichen als auch die wissenschaftlich-technischen Erfolgsaussichten sowie die wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit zusammengefasst.

##### **Wirtschaftliche Erfolgsaussichten**

Für die im Projekt entwickelten Lösungen wurde eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt, die in Abhängigkeit der gewählten Betrachtungsszenarien prinzipiell ein wirtschaftliches Verwertungspotenzial im Bereich der Luftfrachtsicherheit dokumentiert (vgl. Abschnitt II.1.5 sowie im Speziellen Schlussbericht des Projektpartners BIBA).

Über diese partnerübergreifende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der ESecLog-Lösungen hinaus ergeben sich für das Fraunhofer IFF weitere wirtschaftliche Erfolgsaussichten auf Basis der erzielten Projektergebnisse:

- für die Teiltechnologie RFID-Siegel konnten im Rahmen der Übertragbarkeits-Analyse umfangreiche Anwendungspotenziale identifiziert werden. Für solche Zielanwendungen (z.B. zur Sicherung von Produktverpackungen und den Echtheitsnachweis der Produkte) wird das Fraunhofer IFF im Rahmen der anwendungsnahen Forschung und Entwicklung in der Folge entsprechende Beratungs- und Entwicklungs-Dienstleistungen anbieten.
- Auf Basis der mit den RFID-Siegeln gewonnenen Erfahrungen kann die Technologie mit Transponderherstellern mittelfristig robuster gestaltet werden, um den Umfang der potenziellen Anwendungsfelder weiter zu erhöhen.
- Im Bereich des 3D-Konturscans können die im Projekt entwickelten Lösungen v.a. bezüglich des Scans kleinerer Einzel-Packstücke für industrielle Anwendungen wirtschaftlich verwertet werden. Zusammen mit Herstellern von Industrieautomations-Lösungen arbeitet das Fraunhofer IFF in der Folge daran, 3D-Konturscan-Funktionen direkt in eingebettete Sensorsysteme zu integrieren.

Für die Anwendung der 3D-bildgebenden Sensoren im Bereich großvolumiger Objekte, wie sie im Luftfrachtbereich und v.a. beim Aufbau von Luftfrachtpaletten vorzufinden sind, ist mittelfristig keine wirtschaftliche Verwertung möglich. Hier wurde umfangreicher weiterführender Forschungs- und Entwicklungsbedarf identifiziert.

## Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Im Rahmen von ESecLog konnten die prinzipiellen technischen Funktionsweisen und die Eignung der Teiltechnologien als Sicherheitsmerkmale für Luftfrachtpackstücke erprobt und demonstriert werden. Dennoch bedarf es für die praxisbezogene Umsetzung und Nutzung der Lösungen weiterer Entwicklungsarbeiten, um die notwendige technische Reife (vgl. Technology Readiness Level) zu erlangen. Im Bereich der Luftfrachtsicherheit sind dabei parallel die umfangreichen nationalen und internationalen Reglementierungen zu berücksichtigen, die kurz- bis mittelfristig für die aufgezeigten Ansätze keine Zulassung ermöglichen werden, da die Technologien aufwändige Prüf- und Zertifizierungsvorgänge durchlaufen müssen.

In Bezug auf die technischen Erfolgsaussichten wird sich die Verwertung der Projektergebnisse also zunächst auf andere Anwendungsfelder (wie sie im Rahmen der Übertragbarkeits-Analyse identifiziert wurden) fokussieren, die weniger starken Reglementierungen unterliegen.

Im Sinne der wissenschaftlichen Verwertung konnten verschiedene weiterführende Forschungs- und Entwicklungsbedarfe identifiziert werden:

- Aus den Projektergebnissen der Verbundprojekte **CairGoLution** und **ESecLog** können in der Folge integrierte Lösungen zur Sicherung der Packstück- als auch der Container-Ebene entwickelt werden.
- Für die Nutzung **passiver RFID-Transponder mit Sensorfunktionalität** können in der Folge weitere Anwendung erforscht und entwickelt werden. Zusammen mit Transponder-Herstellern und potenziellen Anwendern wird das Fraunhofer IFF in der Folge weiterführenden Forschungs- und Entwicklungsbedarf in diesem neuartigen Technologiefeld der RFID-Anwendungen erarbeiten.
- Für den **3D-Konturscan** ergeben sich v.a. für die komplexe Erfassung der großvolumigen Konturen beim sequenziellen Aufbau von Luftfrachtpaletten umfangreiche Ansätze für weiterführende F+E-Aufgaben (vgl. Abschnitt II.1.4)
- Für Luftfracht wird gegenwärtig ein Anforderungsprofil für die durchgängige Kommunikation mit den Möglichkeiten der Kommunikationstechnologie 5G entwickelt. Die Erkenntnisse fließen aktuell auch in ein VDE/ITG-Impulspapier „Resiliente Netze“ ein, in dem das IFF die Use Cases der Logistik beschreibt. (Veröffentlichung auf der CeBit 2017)

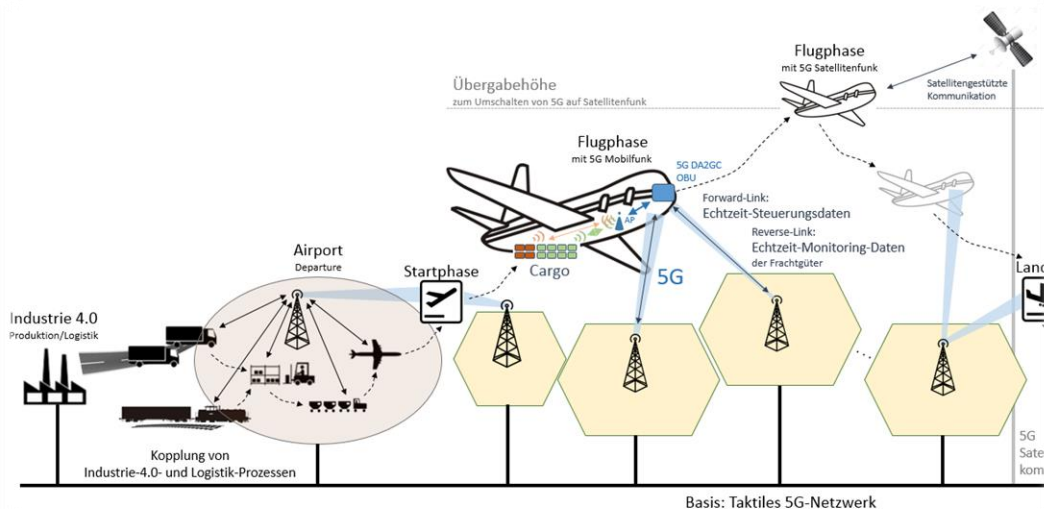
In Bezug auf die Nutzung 3D-bildgebender Sensorik arbeitet das Fraunhofer IFF bereits an ersten weiterführenden Forschungsprojekten im Rahmen des ZIM-Netzwerks ‚Assistenz in der Logistik‘. In diese Projekte fließen die im Rahmen von ESecLog gesammelten wissenschaftlichen Erkenntnisse mit ein.

## Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Neben den oben genannten Ansätzen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsthemen stellt für das Fraunhofer IFF v.a. die im Kontext des Projekts aufgebaute Expertise in den Themenbereichen Luftfracht, Sicherung der Transportkette sowie RFID und Sensorik eine wichtige Grundlage für die Beantragung anschließender Förderprojekte sowie zur Akquise direkter Industrieforschungsprojekte dar.

Im Kontext des BMBF-Programms ‚Forschung für die zivile Sicherheit‘ wurde mit ESecLog bereits das dritte F+E-Verbundprojekt am Fraunhofer IFF erfolgreich abgeschlossen. Darauf aufbauend werden gute Anschlussfähigkeiten an nachfolgende Bekanntmachungen mit Logistik- und Infrastrukturkontext gesehen.

Gemeinsam mit Partnern der Telekommunikationsindustrie und 5G-Universitäts-Instituten wird an einem Kommunikationskonzept für ein Real-time Aviation Network für Luftfrachtensendungen gearbeitet. Adaptive Funkzugangs- und Netzwerktechnologien für neuartige logistikbezogene Services zum Echtzeit-Monitoring und -Controlling von Luftfracht stehen im Mittelpunkt der Betrachtungen (vgl. Abb. 22).



**Abbildung 22 – Konnektivität für ein Real-time Aviation Cargo Network**

Im Weiteren stehen sowohl für die wissenschaftliche als auch wirtschaftliche Anschlussfähigkeit die im Rahmen von ESecLog geschaffenen Demonstratoren zur Verfügung.

Durch die enge Zusammenarbeit des Fraunhofer IFF mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (z.B. Lehrveranstaltungen durch Hon.-Prof. Klaus Richter) werden Teile der Projektergebnisse und -erkenntnisse auch im Rahmen der universitären Lehre genutzt.

## 5. Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Im Verlauf des Projekts ist es v.a. zu weiteren Verschärfungen der Reglementierungen als Rahmenbedingung für die Projektarbeiten gekommen. So mussten z.B. die im Soll-Konzept erarbeiteten Prozesse auf Basis verschärfter Reglementierungen angepasst werden. Diese Verschärfungen umfassen v.a.:

- Seit dem 01.02.2016 ist die neue EU-Verordnung (EU) 2015/1998 in Kraft, welche die alte Verordnung (EU) 185/2010 ersetzt und die zahlreichen zwischenzeitlichen Anpassungen der alten Verordnung im Sinne der Klarheit und Rechtssicherheit konsolidiert.
- Mit dem 01.04.2016 wurde die Möglichkeit ausgesetzt, Luftfracht von Geschäftlichen Versendern in Nurfrachtflugzeugen zu befördern. Somit sind seit diesem Zeitpunkt nur die Beförderung sicherer Fracht von Bekannten Versendern sowie die Beförderung von durch Reglementierte Beauftragte oder das Luftfahrtunternehmen gesicherte Fracht zugelassen.

Vor dem Hintergrund des Versands von Luftfracht durch Bekannte Versender wurde in verschiedenen Experten-Gesprächen über die gesamte Projektlaufzeit wiederholt festgestellt, dass das Sicherheitsprinzip des Bekannten Versenders auf Vertrauen basiert. Im Projekt ESecLog wurden deshalb Ansätze entwickelt, wie zusätzlich zum quittierten Status einer Sendung als ‚sicher‘ durch den Bekannten Versender auf Basis von einfachen Prüfmerkmalen dieser Status nachweisbar gemacht werden kann.

Unter technologischen Gesichtspunkten sind v.a. die nachfolgenden Entwicklungen bei anderen Stellen im Projektverlauf betrachtet worden:

- Technologische Entwicklungen im Projekt CairGoLution → Entgegen der Sicherheits-Betrachtung auf Frachzebene (Packstücke) wurden im Projekt CairGoLution Lösungen für die Überwachung von Luftfracht-Containern entwickelt → die technischen Lösungsansätze und Entwicklungen der Projekte CairGoLution und ESecLog lassen sich mit der Zielstellung der Erhöhung der Luftfracht-Sicherheit gut miteinander kombinieren!
- Prozessuale Analysen im Projekt SiLuFra → hier wurden einzelne technische Entwicklungsschwerpunkte des Projekts ESecLog in das SiLuFra-Konzept übernommen. So z.B. die Identifizierbarkeit auf Packstück-Ebene mittels RFID.

Begleitend wurden weitere Projekte im Bereich der Luftfrachtsicherheit betrachtet, die sich mit anderen Zielstellungen in Bezug auf den Anwendungsbereich der Sicherheits-Technologien als ESecLog befasst haben bzw. weiterhin befassen. Hierzu zählen u.a.:

- EU-Projekte Fly-Bag und Fly-Bag 2 → Sicherung des Frachtraums eines Flugzeugs zur Eindämmung der Effekte durch USBVs in Luftfrachtsendungen
- EU-Projekt e-Airport → Hier werden u.a. die Luftfrachtprozesse auf dem Vorfeld in Bezug auf die Prozessablauf-Sicherheit mit Tracking-Technologien unterstützt

In Bezug auf die Technologie-Entwicklungen des Fraunhofer IFF konnte das durch die Fa. Smartrac entwickelte Design für ein RFID-Siegel (parallel mit Entwicklung für einen Industrieunternehmen – vgl. Abschnitt II.1.3) im Projektrahmen mit genutzt werden.

Im Bereich des 3D-Konturscans konnte das Fraunhofer IFF zum Teil Erkenntnisse aus anderen Projekten in die spezifischen Entwicklungen für die Anwendung Luftfracht mit einbeziehen.



## 6. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Projektergebnisse

Im Rahmen des Projektes erfolgten vielfältige Veröffentlichungen und öffentliche Darstellungen der Arbeiten und Ergebnisse der Projektarbeiten. Diese sind für das Fraunhofer IFF (Federführung + Beteiligung) nachfolgend kurz aufgelistet:

### ▪ Beiträge

Projektbeitrag in der Fraunhofer-Publikation ‚Forschung Kompakt‘, 01.09.2014 → Dieses Format wird anderen Medien zur Verfügung gestellt, um daraus eigene Publikationen zum Projekt abzuleiten.

→ <http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/September/fingerabdruck-fuer-frachtstuecke.html>

Online-Beitrag auf Ingenieur.de, 03.09.2014

→ <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Digitaler-Fingerabdruck-fuer-Frachtstuecke-erschwert-Sprengstoffschmuggel>

Online-Beitrag auf Handelsblatt.com, 22.09.2014

→ <http://www.handelsblatt.com/technik/vernetzt/luftfracht-mehr-sicherheit-mit-dem-digitalen-fingerabdruck/10736008.html>

Projektbeitrag im Print-Magazin ‚Logistik Heute‘, 10/2014

Projektbeitrag im Print-Magazin ‚RFID im Blick‘, 10/2014

→ [http://eseclog.de/downloads/RFID\\_im\\_Blick\\_ESecLog.pdf](http://eseclog.de/downloads/RFID_im_Blick_ESecLog.pdf)

Pressemitteilung des BIBA über die Uni Bremen, 30.06.2016 → Zu den Inhalten der Pressemitteilung haben alle Projektpartner aktiv beigetragen.

→ [Link](#)

In Verbindung mit einer zusätzlichen Projektdemonstration vor Medienvertretern am Flughafen Bremen am 28.06.2016 konnten zusammen mit der Pressemitteilung weitere Projektbeiträge initiiert werden – u.a.:

→ <https://www.kreiszeitung.de/lokales/bremen/sicherheit-luftfracht-6530084.html>

→ <http://www.i2b.de/news/artikel/article/mehr-sicherheit-in-der-luftfrachtkette-digitale-logistik-mit-fingerabdruck/>

→ <https://www.springerprofessional.de/logistik/mehr-sicherheit-in-der-luftfrachtkette/10355440>

→ <http://www.kloepfel-consulting.de/supply-chain-news/supply-chain/digitale-logistik-gestaltet-prozesse-effizienter-18853/>

→ [http://www.sifo.de/files/Informationsbrief\\_zur\\_zivilen\\_Sicherheitsforschung\\_11\\_2016.pdf](http://www.sifo.de/files/Informationsbrief_zur_zivilen_Sicherheitsforschung_11_2016.pdf)

- **Vorträge**

Vorstellung des Projekts und der Projektziele zur Kick-Off-Veranstaltung des Forschungsprogramms ‚Sicherheit im Luftverkehr‘, BMBF + VDI, Düsseldorf, 08.07.2013

Projektvortrag zum ‚Forum für Bekannte Versender‘, Filderstadt, 06.11.2014

Projektvortrag beim Arbeitskreistreffen des BvDP, Berlin, 03.03.2015

Projektvortrag zum BMBF-Innovationsforum Zivile Sicherheit, Berlin, 12.04.2016

Projektvortrag im Rahmen der 19. Magdeburger Logistiktage, Magdeburg, 23.06.2016

- **Präsentationen**

Projektposter zum BMBF-Innovationsforum Zivile Sicherheit, Berlin, 07.05.2014  
→ [http://eseclog.de/downloads/ESecLog-Poster\\_A4.pdf](http://eseclog.de/downloads/ESecLog-Poster_A4.pdf)

Projektdarstellung mit Demo-ULD zum BMBF-Innovationsforum Zivile Sicherheit, Berlin, 12.04.2016

Abschlussdemonstration mit allen entwickelten Projektlösungen und dem ESecLog-Gesamtkonzept am Flughafen Bremen, 29.06.2016

- **Web-Seite**

Erstellung der Projekt-Webseite 2014 und fortlaufende Aktualisierung mit News, Terminen und Projektergebnissen  
→ <http://eseclog.de/index.php>

Erstellung eines Projektfilms, der die Projektlösungen und das ESecLog-Gesamtkonzept zusammenfasst  
→ [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=Zc42FOg35p0](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=Zc42FOg35p0)

- **Messen**

Präsentation des Projekts auf dem Deutschen Logistikkongress der BVL, Berlin, 23.-25.10.2013

Präsentation des Projekts auf dem Deutschen Logistikkongress der BVL, Berlin, 22.-24.10.2014

Präsentation des Projekts auf dem Deutschen Logistikkongress der BVL, Berlin, 28.-30.10.2015

Darüber hinaus erfolgte durch das Fraunhofer IFF die Teilnahme an zusätzlichen öffentlichen Events, die zu Diskussionen mit Dritten zum Thema Luftsicherheit genutzt wurden:

Teilnahme an den 6. Luftsicherheitstagen des BDSW, Potsdam, 12.-13.02.2014