

Schlußbericht PASSAGES



Autor: Frank Michaelis, Airbus Defence and Space GmbH

Version: 1.0

Datum: 2016-09-26



0.1 Inhaltsverzeichnis

0.1	Inhaltsverzeichnis	2
0.2	Liste der Abbildungen	4
0.3	Liste der Tabellen	4
0.4	Liste der Änderungen	4
1	Kurzdarstellung	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.1.1	Name des Projektes	5
1.1.2	Motivation des Projektes.....	5
1.1.3	Projektziel	6
1.1.4	Die Nordwestpassage (NWP).....	7
1.2	Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	9
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	11
1.3.1	Terminliche Planung	11
1.3.2	Inhaltliche / strukturelle Planung.....	12
1.3.3	Lieferungen : Konzepte / Concepts	13
1.3.4	Lieferungen : Daten Analyse / Data Analyses	14
1.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	15
1.4.1	Firmen Know How auf dem aufgebaut wurde	15
1.4.2	Experten	17
1.4.3	Unterauftragnehmer.....	19
1.4.4	Referenzen	20
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	31
2	Eingehende Darstellungen	32
2.1	Eingehende Darstellung der Verwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellungen der vorgegebenen Ziele	32
2.1.1	Concept_of_Operations.....	32
2.1.2	System_Architecture.....	33
2.1.3	Data_Processing	36
2.1.4	Validation_Concept.....	36
2.1.5	Roadmap	37
2.2	Eingehende Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	38
2.3	Eingehende Darstellung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	38

2.4	Eingehende Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplan.....	39
2.5	Eingehende Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	42
2.6	Eingehende Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11	42
3	Anlage : Erfolgskontrollbericht	43

0.2 Liste der Abbildungen

Abbildung 1-1	Graphik der Nordwestpassage	6
Abbildung 1-2	Graphik der Nordwestpassage	7
Abbildung 1-3	Eisbedeckung in der östlichen Arktik	8
Abbildung 1-4	Projektstruktur	9
Abbildung 1-5	Projektstruktur : Konzepte	12
Abbildung 1-6	Projektstruktur : Daten Analyse	12
Abbildung 1-7	Lieferungen Konzept	14
Abbildung 1-8	Lieferungen Daten Analyse	14
Abbildung 1-9	Norstrat Profile	18
Abbildung 2-1	PASSAGES Surveillance System	33
Abbildung 2-2	PASSAGES Surveillance System	35
Abbildung 2-3	PASSAGES Roadmap	37

0.3 Liste der Tabellen

Tabelle 1-1:	Referenzliste ConOps	27
Tabelle 1-2:	Referenzliste Data Processing	28
Tabelle 1-3:	Referenzliste System Architecture	29
Tabelle 1-4:	Referenzliste Roadmap	30
Tabelle 2-2:	Finanzdaten	38

0.4 Liste der Änderungen

no.	date	change record	changed chapter	author
1.0	12.09.2016	Neuerstellung		F. Michaelis

1 Kurzdarstellung

1.1 Aufgabenstellung

1.1.1 Name des Projektes

Das Projekt wurde unter dem Namen INUIT (**I**nnovatives **U**niverselles **I**nformations und **T**racking System) akquiriert und als Fördervorhaben beauftragt. Da das Projekt mit Canadischen Partnern zusammen durchgeführt wurde (siehe Kapitel 1.2), stellte sich schon im KickOff in Halifax heraus, daß der Name INUIT problematisch war, da er gleichlautend mit den Canadischen Ureinwohnern, den Inuit, war.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen des KickOffs der Name in PASSAGES geändert. PASSAGES steht für **P**rotection & **A**dvanced **S**urveillance **S**ystem for the **A**rctic : **G**reen, **E**fficient, **S**ecure

Hier in der Aufgabenstellung, dem Kapitel "1.1.2 Motivation des Projektes" und im Kapitel "1.1.3 Ziel des Projektes" steht noch INUIT, da diese Aufgabenstellung aus der Angebots- bzw. Vergabephase übernommen wurde. Später wird dann nur noch von PASSAGES die Rede sein.

1.1.2 Motivation des Projektes

INUIT ist ein angewandtes Forschungsprojekt, dessen Ziel es ist, die Anforderungen an ein neuartiges Überwachungssystem für arktische und sub-arktische Küstenbereiche und Meeresstraßen, wie beispielsweise die kanadische Nordwestpassage, zu erarbeiten. Hintergrund des Projektes ist die Prognose, daß die Schiffspassage durch die polaren Gewässer im Norden Kanadas, die den Atlantischen mit dem Pazifischen Ozean verbinden (Nordwestpassage), aufgrund der Erderwärmung mittelfristig während der Sommermonate soweit eisfrei sein wird, dass kommerzieller Schiffsverkehr in diesem Gebiet möglich sein wird.

Die Routen über die polaren Breiten sind nicht nur für den kanadischen, US amerikanischen und chinesischen Handel sehr attraktiv, sondern auch für exportorientierte Nationen im nördlichen Bereich Europas. Die Entfernung zwischen Europa und den Märkten in Ostasien z.B., würde um ca. 4000 km verkürzt gegenüber der traditionellen Seehandelsroute durch den Panamakanal (Ref.(1)). Zudem sind die polaren Routen frei von Beschränkungen wie sie z.B. im Suez- und Panamakanal vorliegen und auch von Bedrohungen durch die Piraterie am Horn von Afrika.

Aufgrund der prognostizierten Befahrbarkeit der Nordwestpassage und der Tatsache, dass 90% des Welt Handels auf dem Seeweg erfolgen, ist eine zukünftige Kontrolle der Nordwestpassage unumgänglich. Im Rahmen dieser Kontrolle müssen die Routen durch die kanadische Arktis überwacht werden, um einerseits die Sicherheit des Schiffsverkehrs zu gewährleisten und andererseits illegale Aktivitäten zu verhindern.

Zum heutigen Zeitpunkt existiert kein räumlich und zeitlich lückenloses Überwachungssystem des Gebietes der Nordwestpassage. Die Ausdehnung des zu überwachenden Seegebietes, seine Abgelegenheit und die extremen klimatischen Bedingungen erfordern ein neuartiges Überwachungssystem, das die heute vorhandenen und die in Zukunft möglichen Überwachungskomponenten vernetzt und technisch und wirtschaftlich optimal einsetzt. In der folgenden Abbildung ist ein vernetztes Überwachungssystem aus verschiedenen Sensortypen schematisch dargestellt.

Ein solches Überwachungssystem wird technische Hilfsmittel für die Sensorik und Kommunikation sowie für die Erstellung eines klassifizierten und interpretierten Lagebildes einsetzen müssen, die neuartige „Maritime Technologien der Nächsten Generation“ erfordern (z.B. das Satellitengestützte AIS, passive Radartechnologie im Hochfrequenzbereich, Integration aller verfügbarer Information in ein konsistentes Lagebild, Integration von Eisvorhersagemodellen in die Lagebilderstellung, Verknüpfung von a priori Wissen mit dem realzeitigen sensorbasierten Lagebild). Auch die operationellen Anforderungen sind neuartig, komplex und nicht statisch, sondern sie werden sich im Betrieb ändern (z.B. neuartige Risiken und Risikoanalysen, risikobasierte Aktivierung von Sensorsuiten).

Die Anforderungen sowie die benötigten technischen Konzepte werden sich deutlich von den heute für die kommerzielle Schiffsüberwachung und Führung üblichen Ansätzen unterscheiden. Daher sind die Ergebnisse des hier vorgestellten Forschungsprojektes eine notwendige Voraussetzung für ein intelligentes und effizientes Einsatzkonzept mit modernen technischen Überwachungskomponenten. Ohne eine derartige solide Grundlagenarbeit wird sich kein Investor finden, der die Entwicklung eines solchen Überwachungssystems einleitet, zumal der absehbare Realisierungszeitraum weit in der Zukunft liegt und das Risiko des erfolgreichen Produkteinsatzes derzeit als hoch eingeschätzt werden muß.

1.1.4 Die Nordwestpassage (NWP)

Der Begriff "Nordwestpassage" ist ein Sammelbegriff für alle im Norden Kanadas existierenden Wasserstraßen, die die Baffin Bay im Osten mit der Beaufort See im Westen verbinden. Die folgende Abbildung zeigt 3 verschiedene dieser Wasserwege (rot), die den Nordatlantik mit dem Nordpazifik auf einer Länge von ca. 5000 km miteinander verbinden. Aus topographischer Sicht besteht die NWP aus einer Aneinanderreihung von verschiedenen tiefen Wasserrinnen, die während der Wintermonate verschieden stark und lange zugefroren sind.

Die nördlichsten Abschnitte der NWP liegen ca. 800km nördlich des Polarkreises. Sie durchquert die kanadischen Provinzen „Nunavut“ im Nordosten und „Northwest Territories“ im Nordwesten, die extrem dünn besiedelt sind (s. Abbildung 3-2). In Nunavut, beispielsweise, liegt die Bevölkerungsdichte bei 0,01 Einwohner / km² bei einer Gesamtfläche von über 2 Millionen km². Es gibt ca. 25 Kommunen, bei denen es sich größtenteils um Siedlungen der Inuit, sowie um einige wenige Forschungsstationen oder Marinestützpunkte der kanadischen Regierung handelt. Die Provinzhauptstadt ist Iqaluit auf Baffin Island mit einer Einwohnerzahl von 31906 (Stand Juli 2011). Derzeit sind die Kommunen nicht durch Strassen mit einander verbunden (Ref. (3)). Das Gebiet nördlich des Polarkreises wird auch als kanadische Arktis bezeichnet.

Die geologische Beschaffenheit der kanadischen Arktis reicht von den „Innuitian Mountains“, die sich ca. 1000 km entlang der atlantischen Küste von Ellesmere Island bis Baffin Island erstrecken und im Norden von Ellesmere Island über 2600 m hoch sind, bis zum arktischen Tiefland im mittleren und westlichen Teil. Unterbrochen wird das Tiefland an einigen Stellen durch hügeliges Sedimentgestein, das z.B. westlich von Victoria Island die ca. 700 m hohen Slater Berge bildet.



Quelle: <http://geology.com/articles/northwest-passage/northwest-passage-map-lq.gif>

Abbildung 1-2 Graphik der Nordwestpassage

Bis zum Jahr 2008 galt die NWP als unpassierbar für die Handelsschiffahrt. Dies hat sich im September 2008 geändert, als das erste Handelsschiff der kanadischen Reederei Desgagnés Transport die Nordwestpassage von Montreal kommend in westlicher Richtung durchquert hat. Seitdem hat die NWP an Attraktivität stark zugenommen, weil einerseits das Abschmelzen des polaren Packeises schnell voranschreitet und andererseits die Route durch die kanadische Arktis gegenüber herkömmlichen Routen Zeit und Kosten spart.

Den Rückgang des Eises in der kanadischen Ostarktis zeigt das Diagramm des Kanadischen Eis-Services, CIS, (CIS ist eine Division des nationalen meteorologischen Dienstes) in Abbildung 3-4. Dargestellt ist die Eisbedeckung in % von 1982 bis 2012, die einen eindeutig fallenden Trend aufweist. Basierend auf diesen Diagrammen wird prognostiziert, dass die NWP noch vor 2040 während der Sommermonate eisfrei sein wird

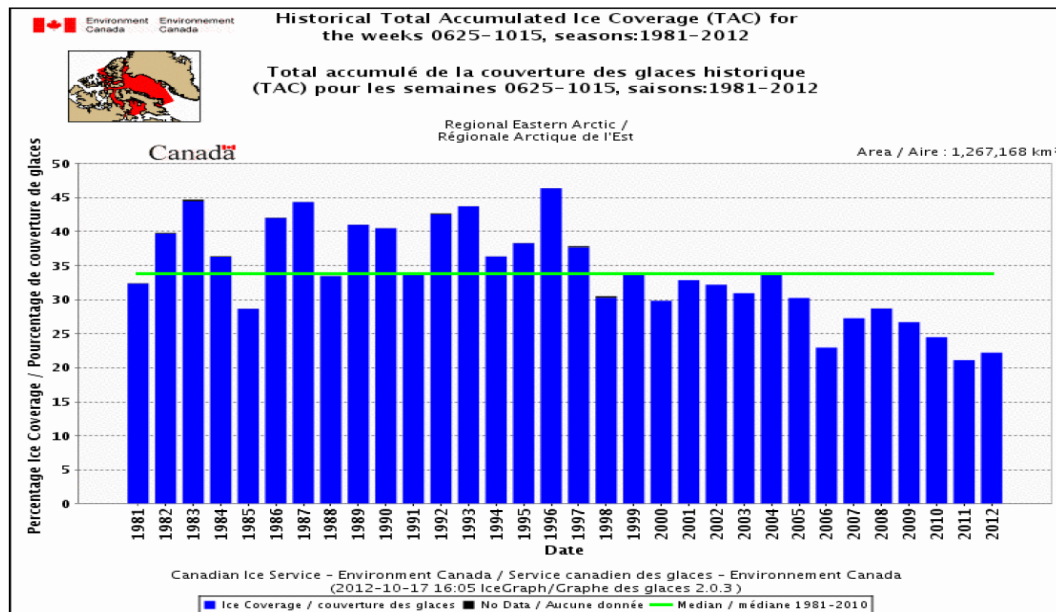


Abbildung 1-3 Eisbedeckung in der östlichen Arktik

Der Rückgang des Eises macht auch Teile des kanadischen Kontinentalschelfs zugänglich, die vorher ganzjährig vom Eis bedeckt waren. Als Folge hiervon werden auch die Bodenschätze der Arktis zugänglicher. Die Reichhaltigkeit dieser natürlichen Ressourcen scheint immens zu sein und hat einen Wettlauf um Gebietsansprüche in der gesamten Arktis entfacht. Zu den Vorkommen im Bereich der kanadischen Arktis zählen zum Beispiel:

- Eisenerzvorkommen auf Baffin Island
- Nickel, Kupfer und Platin an der Grenze zwischen Nunavut und den Northwest Territories
- Ölvorkommen in der Beaufort See an der Grenze zur USA, die vermutlich weit in das kanadische Hoheitsgebiet hinein reichen
- weitere Basismetallvorkommen in Nunavut.

Erwähnenswert ist auch die Tatsache, daß der Eisrückgang die kommerzielle Fischerei in der kanadischen Arktis möglich macht. Über die Fischbestände liegt noch kein gesichertes Wissen vor, es wird aber vermutet, dass es im arktischen Meer große Bestände von Dorsch, Heilbutt, Schrimps und Krill gibt. Zur Zeit gibt es noch keine Regulierung des potentiellen industriellen Fischfangs. Vielmehr soll die kommerzielle Fischerei im Eismeer vorerst ausgesetzt und die Arktisstaaten dazu bewogen werden, eine internationale Vereinbarung über den Schutz der bisher unregulierten Gewässer des nördlichen Eismees zu entwickeln. Kanada entwirft derzeit seine Fischereipolitik für den Teil der Beaufort See, der innerhalb der 200-Seemeilen Wirtschaftszone liegt.

Zum heutigen Zeitpunkt ist die Nordwestpassage höchstens während der Sommermonate (Juli-September) nicht zugefroren. Aber auch während dieser vermeintlich „eisfreien“ Zeit kann es noch viel Treibeis geben,

das in Form von Schollen verschiedener Größe und Dicke und auch in Form kleinerer Eisberge in der Passage treibt. Darunter ist sowohl einjähriges als auch – in immer geringerem Ausmaß - mehrjähriges Eis.

Aufgrund dieser Tatsache ist die Schifffahrt in der Nordwestpassage und durch sie hindurch immer noch gefährlich. Selbst im Sommer kann die Begleitung eines Eisbrechers notwendig sein, was bis zu 40000 € pro Tag kosten kann. Für die kommerzielle Schifffahrt ist daher momentan das Risiko einer Passage noch unverhältnismäßig groß. Einige Reedereien (z.B. Hapag Lloyd bildet aktuell noch keine Kapitäne für die Fahrt durch die NWP aus, da die Nutzung noch zu unsicher ist.

Die Route durch die Nordwestpassage ist aber nicht nur für amerikanische und kanadische Reedereien interessant, sondern auch für die europäischen, da die EU Mitgliedstaaten über die größte Handelsflotte der Welt verfügen. Aus diesem Grund hat die EU im November 2008 eine „Arktisstrategie“ zu einer EU-einheitlichen Meerespolitik in der Arktis beschlossen, die zum Ziel hat, die Voraussetzungen für einen Aufbau der Handelsflotte in arktischen Gewässern zu verbessern. Im Hinblick auf die deutlich verkürzten Seewege von Europa nach Asien hat die Nordwestpassage daher eine zunehmend attraktive Bedeutung für Europa und damit auch für Deutschland. Der Seeweg durch den Nordwestatlantik hat außerdem gegenüber der Nordostpassage, die nördlich der russischen Küste verläuft, den Vorteil, dass er ausschließlich durch Hoheitsgewässer verbündeter Nato Staaten führt.

Jetzt im Sommer 2016 ist zum ersten Mal ein Kreuzfahrtschiff von der amerikanischen Westküste nach New York durch die NWP unterwegs, allerdings in Begleitung eines kommerziellen Eisbrechers für den Notfall.

Der überwiegende Teil des heutigen Schiffsverkehrs ist zielgerichtet, d.h. führt zu einem bestimmten Ort in der Nordwestpassage und wieder zurück, dazu zählen z.B.

- die Versorgung der arktischen Siedlungen per Schiff/ Boot
- der Kreuzfahrttourismus zu bestimmten Anlaufzielen
- der Abtransport von Rohstoffen
- Rettungsaktionen verunglückter Schiffe.

1.2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt wurde als sogenanntes Verbundprojekt durchgeführt, bei dem die Airbus die Rolle des Koordinators inne hatte. Hier die Projektstruktur mit den beteiligten Partnern und Unterauftragnehmern.

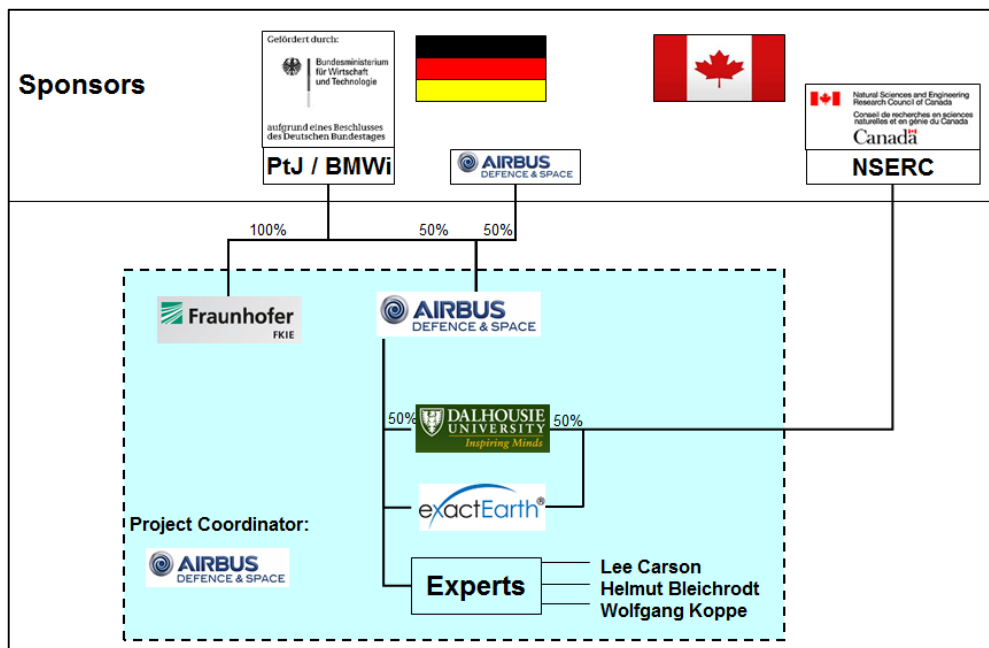


Abbildung 1-4 Projektstruktur

Das Projekt wurde durch die kanadische Behörde NSERC (Natural Science and Engineering Research Council of Canada) für die Dalhousie University of Halifax co-finanziert. Die Hauptfinanzierung lag beim BMWi und der Airbus.

Die Airbus hatte die Dalhousie University of Halifax als 50% Unterauftragnehmer, neben der NSERC Co-Finanzierung. Weitere Unterauftragnehmer der Airbus waren die Firma exactEarth als Lieferant von AIS Daten, sowie verschiedene Experten, die in einzelnen Teilarbeitspaketen beauftragt wurden.

Das Fraunhofer FKIE Institut war Teil des Verbundprojektes und wurde durch die Airbus mit koordiniert. Die finanzielle Beauftragung erfolgte jedoch durch das BMWi direkt.

Dieses Projekt unterschied sich doch in einigen Punkten sehr von anderen Fördervorhaben. Es war extrem notwendig sich mit den kanadischen Stakeholdern auseinander zu setzen um die speziellen Anforderungen um die NWP zu erfahren. Dazu war es notwendig diverse Reisen nach Canada zu unternehmen. Diese Stakeholder-Befragungen wurden in der Regel auf Arktikkonferenzen durchgeführt, da dort immer diverse Stakeholder zur Verfügung standen. Weiterhin wurde dazu ein kanadischer Arktisexperte als Unterauftragnehmer und Berater mit in das Projekt eingebunden.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die gesamte Planung des Vorhabens sowohl terminlich als auch inhaltlich strukturell wurde im Rahmen eines KickOffs mit allen Beteiligten abgestimmt und durch die Airbus durchgeführt.

In den folgenden Kapitel wird zuerst die terminlich Planung graphisch dargestellt und im darauf folgenden Kapitel dann die inhaltliche strukturelle Planung.

1.3.1 Terminliche Planung

Das Projekt hatte eine Laufzeit von 3 Jahren, vom 01. Juli 2013 bis zum 30. Juni 2016 und wurde grob in 4 Phasen eingeteilt:

1. Analyse Phase bestehend aus
 - I. Stakeholder-Analysen
 - II. Expertenwissen einholen
 - III. Literatur Sichtung
 - IV. Operationelle Anforderungen einsammeln

2. Research / Forschungsphase I bestehend aus
 - I. Erarbeitung des "Concept of Operation"
 - II. Anomalie Detektion erarbeiten
 - III. Risiko Konzept erarbeiten

3. Research / Forschungsphase II bestehend aus
 - I. Erstellung der Systemkonzeptes
 - II. Erstellung des Validierungskonzeptes
 - III. Erforschung von speziellen Algorithmen

4. Finalisierung und Erstellung der Dokumente inkl. Reviews

Der geplante Terminplan wurde über die Projektlaufzeit geringfügig den Notwendigkeiten angepaßt. Der Terminplan ist von allen Beteiligten im Verbundprojekt sehr gut eingehalten worden.

1.3.2 Inhaltliche / strukturelle Planung

Die inhaltliche / strukturelle Planung des Projektes beruht auf den zwei Hauptaktivitäten "Konzepte" und "Daten Analyse", die sich wie folgt weiter detaillieren

(Da die Zusammenarbeit im Projekt international war, ist die Planung auf englisch erfolgt und wird hier auch so dargestellt):

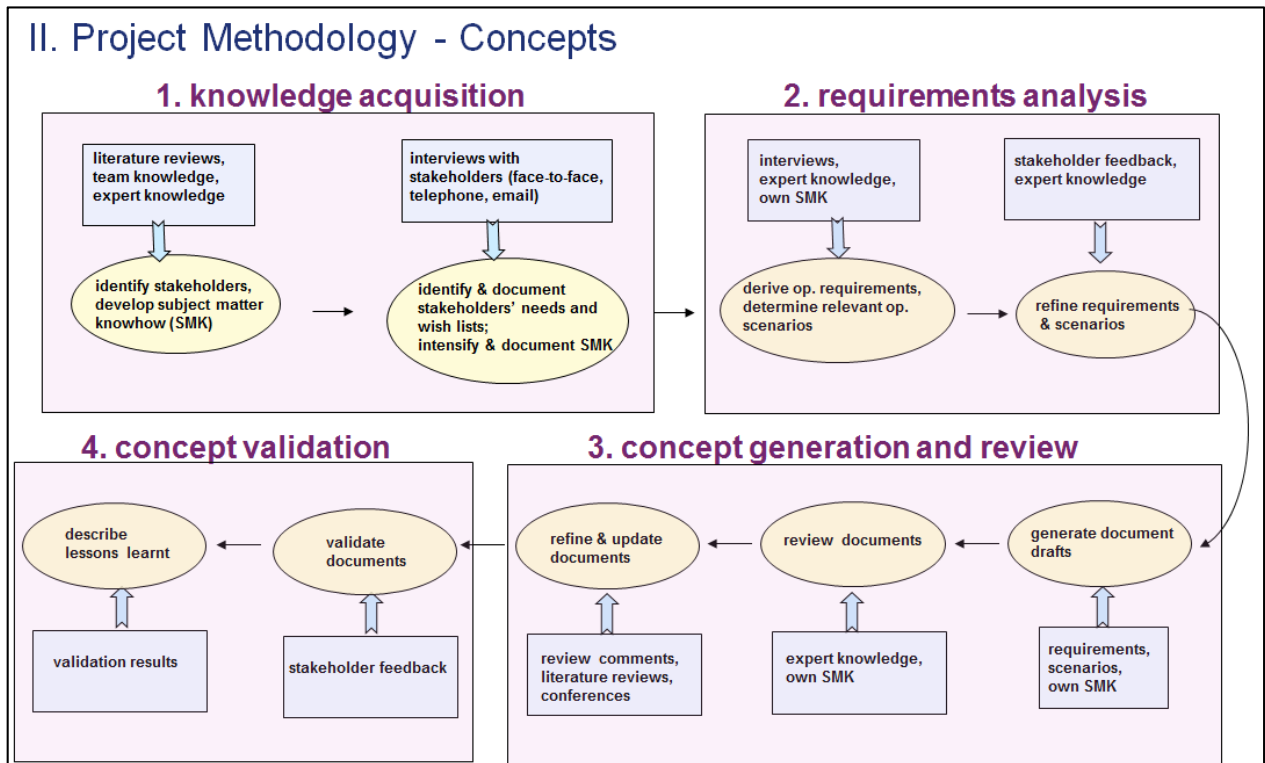


Abbildung 1-5 Projektstruktur : Konzepte

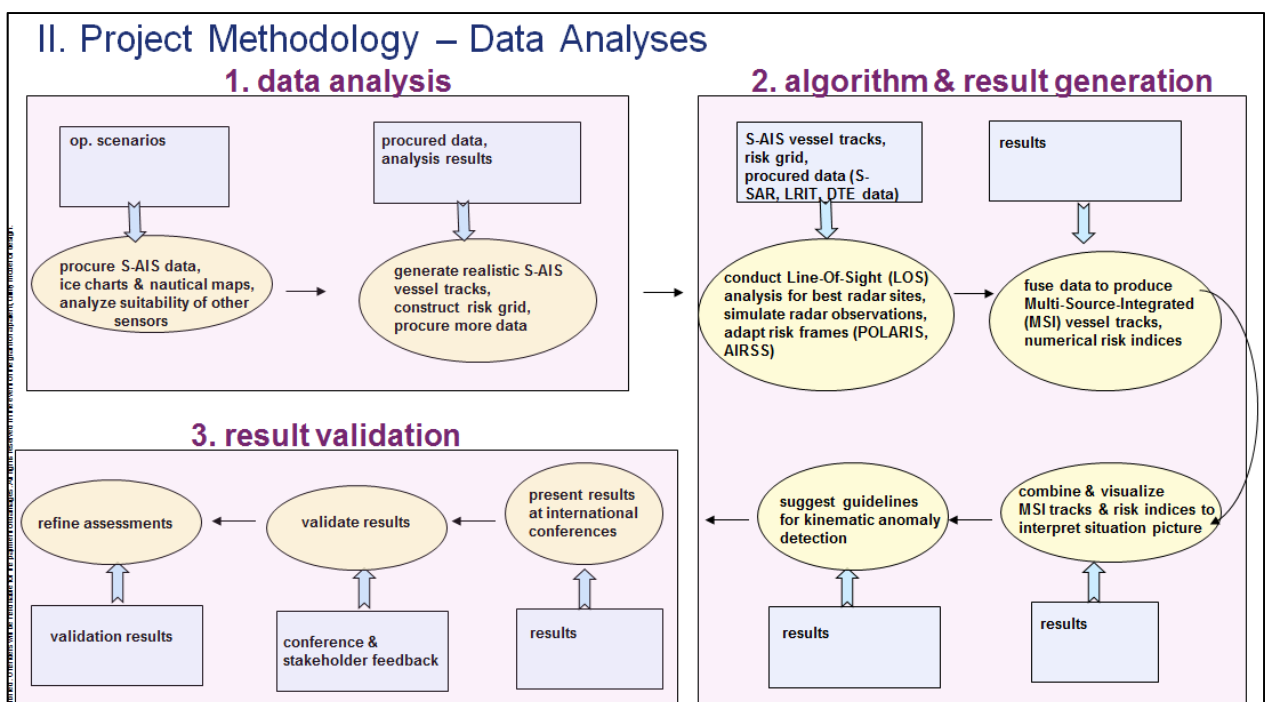


Abbildung 1-6 Projektstruktur : Daten Analyse

Aus diesen oben angeführten Arbeitspaketen ergaben sich die folgenden zu liefernden Dokumente:

1.3.3 Lieferungen : Konzepte / Concepts

1. Knowledge Acquisition	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
82 stakeholder interviews	46 standardized interview reports documenting major results of interviews
acquisition of subject matter knowhow (SMK)	19 SMK documents ("PASSAGES-xxx") summarizing state-of-the-art knowledge about various project-related subjects
conferences	> 25 presentations/ publications (http://passages.ie.dal.ca)

2. Requirements Analysis	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of 82 stakeholder interviews	stakeholder requirements table, stakeholder needs analyses & interactive diagrams (http://passages.ie.dal.ca/Stakeholders_Wheel.html)
analysis of stakeholder requirements & contextual/ technical constraints	table of operational system-level requirements incl. requirement allocation & verification method

3. Concept Generation	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of requirements, SMK documents, literature, expert knowledge	"Concept of Operations for the PASSAGES Project" incl. <ul style="list-style-type: none"> • current situation, • stakeholder requirements, • needs for & challenges of modifications, • outline of the modified system, • operational use cases
data acquisition, data fusion activities, risk assessments, demonstration of results	"Data Processing, Data Integration and Demonstration of Selected Scenarios" incl. <ul style="list-style-type: none"> • procured data (raw and processed) • line-of-sight analysis • description of simulated data & algorithms • description of data fusion and new algorithms • description of risk assessment • description of kinematic anomaly detection • description of data integration results for selected scenarios
analysis Concept of Operations, system-level requirements & SMK documents	"System Architecture for the PASSAGES Project" incl. <ul style="list-style-type: none"> • system-level requirements • architecture synthesis process • logical architecture • physical architecture (incl. satellite coverage analysis)

4. Concept Validation	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of project results with respect to project goals & stakeholder needs, design of validation questionnaire for stakeholders, online survey and face-to-face interviews	"Validation Concept for the PASSAGES Project" incl. <ul style="list-style-type: none"> • internal validation • external validation • public validation

Roadmap	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of present and future (2050) developments and needs for shipping in the Canadian Arctic, relating results to PASSAGES concepts	"A Roadmap to Profitable, Safe and Secure Arctic Shipping" incl. <ul style="list-style-type: none"> • triggers of Canadian Arctic development • enablers • applications of the PASSAGES system • future commercialization opportunities

Abbildung 1-7 Lieferungen Konzept

1.3.4 Lieferungen : Daten Analyse / Data Analyses

4. Concept Validation	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of project results with respect to project goals & stakeholder needs, design of validation questionnaire for stakeholders, online survey and face-to-face interviews	"Validation Concept for the PASSAGES Project" incl. <ul style="list-style-type: none"> • internal validation • external validation • public validation

Roadmap	
<i>activity</i>	<i>deliverable</i>
analysis of present and future (2050) developments and needs for shipping in the Canadian Arctic, relating results to PASSAGES concepts	"A Roadmap to Profitable, Safe and Secure Arctic Shipping" incl. <ul style="list-style-type: none"> • triggers of Canadian Arctic development • enablers • applications of the PASSAGES system • future commercialization opportunities

Abbildung 1-8 Lieferungen Daten Analyse

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

1.4.1 Firmen Know How auf dem aufgebaut wurde

Die Projektpartner haben langjährige praktische Erfahrungen in

- der aktiven und passiven Sensortechnik
- der Vernetzung von heterogenen Sensorinformationen zu einem komplementären Lagebild mit hoher Qualität, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit
- der Interpretation des Sensor Lagebildes
- der Erkennung von Anomalien und der Risikoanalyse
- der Konzeption und Entwicklung von komplexen verteilten Überwachungssystemen.

Diese Kompetenzen sind in das Projekt eingeflossen, um ein neues Systemkonzept zu entwickeln, das als Basis für die operationelle und kommerzielle Nutzung zukünftiger Überwachungssysteme von Seefahrtswegen durch arktische und sub-arktische Gebiete dienen kann. Obwohl der Fokus in dieser Forschungsarbeit auf der NWP liegt, soll die Systemarchitektur skalierbar und anpaßbar sein an Gegebenheiten anderer maritimer Gebiete wie z.B. der norwegischen Arktis oder der russischen Nordostpassage

1.4.1.1 Projektgruppe Airbus Defence and Space

Die Gruppe setzt sich aus Mitgliedern der Entwicklung im Bereich Data Fusion und Surveillance sowie aus dem Programmbereich "Naval Systems" zusammen. Der Standort aller Abteilungen ist Ulm.

Die Entwicklungsabteilungen sind Software- und Systemabteilungen, die ausgewiesene Kompetenzen auf den folgenden Gebieten haben:

- Algorithmen:
 - zur Fusion umfangreicher heterogener Daten von sehr verschiedenen Sensoren (Land-, Wasser- und Luft-gestützt)
 - zur Zielverfolgung vieler Einzelobjekte und Gruppen von Objekten in teilweise stark ver-rauschtem Hintergrund (z.B. Objekte auf bewegter See)
 - zur Identifikation und Klassifikation von Objekten
- Lagebilderstellung:
 - für militärische und zivile Anwendungen
 - Rollen-basierte(r) Nutzung/ Zugang
 - Bedrohungsanalyse und automatisierte Warnung
- Überwachungssysteme:
 - Integration von tausenden von Einzelkomponenten zu einem Gesamtsystem
 - großflächige, vernetzte Systemarchitekturen
 - Anbindung an Führungs- und Kontrollsysteme
 - Verifikation und Validierung von Systemen
 - Betreuung von operierenden Systemen und Training der Anwender

Ihre Fähigkeiten auf diesen Gebieten haben sie in mehreren großen Projekten bewiesen, z.B. :

- MST Finland: landesweites vernetztes Überwachungs- und Trackingsystem
- Airborne Early Warning & Control
- US Coast Guard Deepwater Program
- Grenzschutz in Saudi Arabien

Der Programmbereich "Naval Systems" beschäftigt sich mit Marine Projekten für den nationalen Deutschen Kunden und für internationale Kunden und hat hier langjährige Erfahrungen und Verbindungen.

1.4.1.2 Projektgruppe FKIE

Die Mitglieder der Gruppe gehören der Abteilung „Sensor und Informationsfusion“ an. Der Standort der Gruppe ist Wachtberg bei Bonn.

Das FKIE besitzt Expertise im Bereich der Sensordatenfusion und in spezieller Sensorik, die sowohl durch theoretische Forschungsarbeit als auch durch Beteiligung an Projekten und Auswertung von Realdaten charakterisiert ist. Der wesentliche Informationsgewinn wird bei den meisten dieser Projekte erst durch Fusion der verschiedenen Sensoren mit ihrer sehr unterschiedlichen Charakteristik erzielt (weitreichende Sensorik, klassifizierende Sensorik, optische/ elektromagnetische/ akustische Sensorik). FKIE ist in der internationalen Multi-Static Tracking Working Group (MSTWG) seit Jahren aktiv tätig. In dieser Gruppe befassen sich die führenden Experten mit allen kritischen Problemen bei der Fusion von multistatischen Radar- und Sonar-Systemen. FKIE ist somit international an der vordersten Front der Forschung eingebunden.

Die Abteilung „Sensor Data & Information Fusion“ ist zudem international bekannt für ihre grundlegenden Arbeiten zur Entwicklung von neuen Algorithmen, die sowohl die Nutzung neuer Datenquellen als auch den Einsatz neuer Schätzmethoden zur Zielverfolgung behandeln. Zu den Kernkompetenzen der Abteilung zählen die folgenden Themen:

- Ortung & Navigation:
 - fortschrittliche Arraysignalverarbeitung
 - UAV basierte Emitterverfolgung
 - robuste Navigationssysteme
- Weiträumige Überwachung:
 - Luft-gestützte Bodenüberwachung
 - maritime Überwachung
 - multistatische Zielverfolgung
- Bedrohungserkennung:
 - zivile Sicherheit & Gefahrstoffdetektion
 - Datenbank-gestützte Informationsfilterung
 - Kontextbasierte Informationsauswertung

1.4.1.3 Projektgruppe Dalhousie

Die Gruppe besteht aus Mitgliedern der Forschungsgruppe für Marine Forschung (Marine Research Group). Die Gruppe gehört der Fakultät „Industrial Engineering“ an und hat zahlreiche Kooperationen mit kanadischen Partnern, darunter: der Such- und Rettungsdienst der CCG, das kanadische Verkehrsministerium: Transport Canada, DRDC Ottawa und das kanadische Verteidigungsministerium DND.

Eins der Hauptforschungsgebiete der Gruppe liegt auf dem Gebiet der Konzeption und Entwicklung quantitativer Methoden zur Entscheidungsunterstützung (Operations Research). Die Ergebnisse sind in nationale Projekte eingeflossen, wie z.B. Risikoanalysen zur maritimen Sicherheit im Hinblick auf die nationale Verteidigung, das Risiko von Unfällen und von Umweltverschmutzungen in Zusammenarbeit mit der CCG. Die Gruppe hat zudem Erfahrungen mit Projekten im Nordostatlantik, wie z.B. Forschungen zur Unfallstatistik im Fischfang und in der Handelsschifffahrt vor den Küsten Neuschottlands, Neufundlands und Labradors.

1.4.2 Experten

Zur Durchführung des Projektes wurde auf sogenannte Experten zurück gegriffen, d.h. es wurde über Unteraufträge Know How eingekauft, welches im Projektteam nicht vorhanden war und auch nicht erarbeitet werden konnte.

1.4.2.1 NORSTRAT Consulting

Die Firma Norstrat Consulting ist eine Canadische Firma im Besitz von Lee Carson. Er ist ein international anerkannter Arktisexperte. Hier das Profil von Norstrat Consulting:

- **NORSTRAT Profile**
- Clients
- PASSAGES Mandate
- Background
- Related Experience
- International Experience



- NORSTRAT Consulting Inc. was created for the express purpose of helping clients with a responsibility or a business goal to implement components of Canada's Northern Strategy.
- NORSTRAT Consulting is owned and operated by Lee Carson. Mr. Carson is a respected long-time member of Canada's aerospace and defence community with a life-long passion for all things polar.
- NORSTRAT Consulting believes that the Northern Strategy represents Canada's most important, challenging and exciting program opportunity of the 21st century.

- NORSTRAT Profile
- **Clients**
- Background
- PASSAGES Mandate
- Related Experience
- International Experience







































- NORSTRAT Profile
- Clients
- **Background**
- Related Experience
- International Experience
- PASSAGES Mandate




- NORSTRAT Profile
- Clients
- Background
- **Related Experience**
- International Experience
- PASSAGES Mandate



How can Canadian space technology contribute to the development of Canada's Arctic?

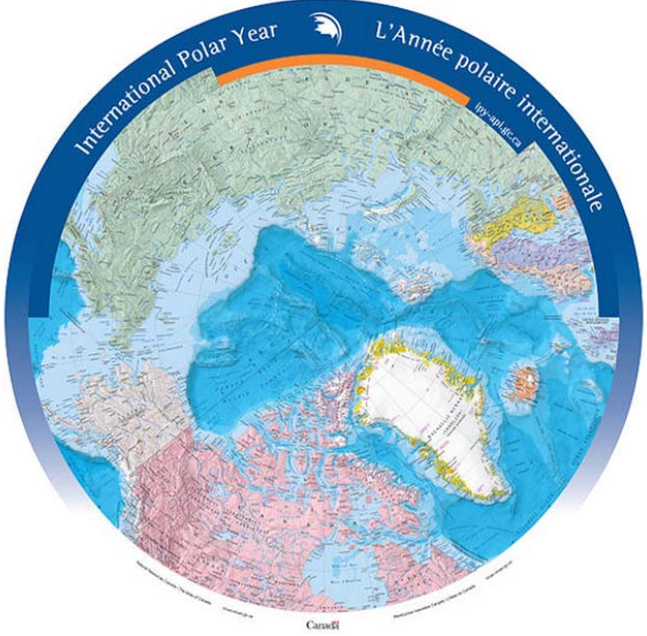


Surveillance Options Analysis
Precision Navigation Options Analysis



The search for Franklin's lost ships

- NORSTRAT Profile
- Clients
- Background
- Related Experience
- **International Experience**
- PASSAGES Mandate



- NORSTRAT Profile
- Clients
- Background
- Related Experience
- International Experience
- **PASSAGES Mandate**
- Offer subject matter expertise
- Facilitate stakeholder meetings
- Technical review




Abbildung 1-9 Norstrat Profile

Die Unterstützung durch Lee Carson von Norstrat Consulting war für das Projekt extrem hilfreich. Sein Fachwissen und seine Verbindungen in Canada sind exzellent.

1.4.2.2 Bleichrodt Systemanalyse

Dr. Helmut Bleichrodt aus Ulm ist ein ehemaliger Mitarbeiter mit speziellem Know How auf dem Gebiet von Abdeckungsanalysen bei bodengebundenen Sensoren. Er hat ein Tool entwickelt, das es ermöglicht exakte Radarabdeckung bei vorgegebenen Terrain zu berechnen und darzustellen. Dieses Tool wurde mit den hochauflösenden geographischen Daten aus WorldDEM zur Abdeckungsanalyse in der NWP genutzt.

1.4.2.3 Airbus DS Geo GmbH, Immenstaad / Bodensee

Die Airbus DS GEO GmbH ist ein Schlüssellieferant für kommerzielle Satellitenaufnahmen, Lösungen für Anwendungen in der Erdbeobachtung sowie dazugehörige Dienstleistungen. Sie verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der Satellitenbildaufnahme, der Datenverarbeitung sowie der Kombination, Verbreitung und Analyse von Daten. Basierend auf dem Exklusivzugriff auf Daten der Satelliten Pléiades, SPOT, TerraSAR-X und TanDEM-X sowie langjährige Anwendungserfahrungen deckt das Portfolio des Unternehmens die gesamte Wertschöpfungskette im Bereich Geoinformationen ab.

Im Rahmen der Nutzung von verschiedenen Satelliten für die Bereitstellung von Geo-Informationen-Services werden verschiedene COTS Orbit Simulations-Softwares genutzt und eigene Lösungen entwickelt. Sie dienen der Berechnung von Kapazitätsanalysen eines Satelliten oder von Konstellationen sowie der Abschätzung von Latenz- und Reaktionszeiten von Satellitensystemen. Die Entwicklung und Nutzung von Simulations-Tools begann bereits mit dem Start von TerraSAR-X in 2007. Schrittweise wurden die Tools um weitere kommerzielle Satellitenmissionen erweitert. Dies war Grundlage für die Analysen der Airbus DS GEO GmbH innerhalb des PASSAGES Projektes.

1.4.3 Unterauftragnehmer

Für die Durchführung des Projektes war es notwendig Geo-Informationen (im Budget "Satellitendaten") zu beschaffen, um die entsprechenden Analysen, Simulationen und Prüfungen der Algorithmen durchführen zu können. Es ist hier also nicht auf bestehendes Know How aufgebaut worden, aber auf bestehende Daten. Folgende Geo-Informationen wurden beschafft:

1.4.3.1 exactEarth

Firma : exactEarth ist Marktführer bei Satelliten gestützten AIS Daten.

Inhalt : AIS Daten der NWP

Nutzen : Die AIS Daten der Jahre 2011 – 14 wurde für die Analysen und Simulation der Fusionsalgorithmen, der Risikoanalysen und für das Systemkonzept genutzt.

1.4.3.2 maps&more

Firma : maps&more ist Marktführer in Kanada bei Seekarten für kanadische Gewässer..

Inhalt : Digitale Seekarten der NWP

Nutzen : Die digitalen Seekarten wurden als Basisinformation für die Analysen und Simulation der Fusionsalgorithmen, der Risikoanalysen und genutzt.

1.4.3.3 MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd)

Firma : MDA ist der kanadische Marktführer und weltweit ein Global-Player für Satelliten, Verteidigungselektronik und Geo-Information.

Inhalt : Radarsat-2 Satellitenbilder

Nutzen : Die Radarsat-2 Satellitenbilder wurden als Basisinformation für die Analysen und Simulation der Fusionsalgorithmen genutzt.

1.4.3.4 Airbus DS Geo / Infoterra GmbH

Firma : Siehe oben Kapitel 1.4.2.3

Inhalt-1 : Terrasat-X Satellitenbilder und Trackreports.

Nutzen : Die Terrasat-X Satellitenbilder wurden als Basisinformation für die Analysen und Simulation der Fusionsalgorithmen genutzt.

Inhalt-2 : World DEM Daten der NWP

Nutzen : Die WorldDEM Daten sind hochauflösende Terraindaten die für "Line-of-Site" Berechnungen in der NWP genutzt wurden, um mögliche Aufstellorte für Radarsystem zu analysieren.

Inhalt-3 : Abdeckungsanalyse in der NWP

Nutzen : Diese Abdeckungsanalyse ergab den Hinweis, wie viele Satellitenumläufe notwendig sind, um ein Gebiet in der NWP vollständig abgedeckt zu haben.

1.4.4 Referenzen

Die folgenden Referenzen sind für das Dokument "**PASSAGES-Concept_of_Operations**" genutzt worden

Nr.	Referenz
1.	ACIA (Arctic Council). 2005. Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report New York, USA: Cambridge University Press.
2.	Amante, C. 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data, Sources and Analysis. National Geophysical Data Center, NOAA.
3.	AMATII. http://arcticinfrastructure.org/
4.	AMSA (Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) Working Group). 2009. Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. Arctic Council.
5.	Andrachuk, M. 2008. An assessment of the vulnerability of Tuktoyaktuk to environmental and socio-economic changes. M.A., University of Guelph.
6.	Andreas Østhagen, Why We Aren't Ready for an Active Arctic, November 4, 2013 https://www.opencanada.org/features/why-we-arent-ready-for-an-active-arctic/ , last access 2016-03-01
7.	Arctic Law Watch. http://www.law.washington.edu/arcticlaw/reports/ArcticLawYearReview2013.pdf
8.	Arctic Oil Spill Response Technology Joint Industry Programme, Environmental Impacts of Arctic Oil Spills and Arctic Spill Response Technologies- Literature Review and Recommendations, December 2014 http://neba.arcticresponsetechnology.org/assets/files/Environmental%20Impacts%20of%20Arctic%20Oil%20Spills%20-%20report.pdf
9.	Arctic Response Technology, 2012. Summary of Report: Spill Response in the Arctic Offshore http://www.arcticresponsetechnology.org/wp-content/uploads/2012/11/FINAL-printed-brochure-for-ATC.pdf
10.	Arctic Waters Pollution Prevention Act, 1985
11.	Atlas of Pan Inuit Trails, 2014, http://paninuittrails.org/index.html
12.	Auditor General of Canada, 2013. Report of the Auditor General of Canada, Spring 2013, , CHAPTER 7 Federal Search and Rescue Activities, available on website at www.oag-bvg.gc.ca , last access 10.2.2016
13.	Bates, P. and Alverson, K. 2010. Why monitor the Arctic Ocean? Services to society from a sustained ocean observing system. Global Ocean Observing System. Retrieved from ioc-goos.org/WhyMonitorArctic

Nr.	Referenz
14.	Benoit, L. 2014. Perspectives on Emergency Response in the Canadian Arctic. Munk-Gordon Arctic Security Program.
15.	Bernaerts, A. 1988. Bernaerts' Guide to the 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea. http://www.bernaerts-unclos.de/_A/index.html .
16.	Beveridge, L. 2013. A method for assessing coastal vulnerabilities to climate change within an Arctic community: The example of Tuktoyaktuk, Northwest Territories. M.M.M., Dalhousie University.
17.	Bishop, S.E.G. 2008. Northern Strategy Deficit: What to do with the Arctic Offshore Patrol Ships. Canadian Naval Review, Volume 4, Number 3.
18.	Bjerregaard, P., Young, T.K. Dewailly, E., and Ebbesson, S.O.E. 2004. Indigenous health in the Arctic: an overview of the circumpolar Inuit population. Scandinavian Journal of Public Health, 32: 390-395.
19.	Bourbonnais, P., 2010, Analyse de la performance du système portuaire de l'Arctique Canadien, Université de Montréal, 164p.
20.	Bourbonnais, P., Comtois, C., 2010. Stratégies d'entreprise et aménagement portuaire dans l'Arctique canadien <i>in Passages et mers arctiques. Géopolitique d'une région en mutation</i> , 411-425.
21.	Breton, D., Canadian Coast Guard Services in the Arctic, Center for Foreign Policy Studies June 5, 2015 http://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/cfps/nsps/Arctic%20presentations/CCG%20Presentation%20-%20Daniel%20Breton.pdf , last access 27.02.2016
22.	Byers, M. 2012, August 15. Canada's not ready to have the World in the Arctic. The Globe and Mail.
23.	Canada Shipping Act, 2001, http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/C-10.15.pdf
24.	Canadian Coast Guard, 2016. Environmental Response: http://www.ccg-gcc.gc.ca/ccg/er/home , last modified: 2016-03-10
25.	Canada-United States Joint Marine Pollution Contingency Plan, http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343409.pdf , last access 2016-02-11
26.	CASA. 2007. Canadian Arctic Shipping Assessment. Transport Canada.
27.	Chan, F.T., Bailey, S.A., Wiley, C.J., and MacIsaac, H.J. 2013. Relative risk assessment for ballast-mediated invasions at Canadian Arctic ports. Biological Invasions, 15: 295-308.
28.	Chief of the Defence Staff and Commissioner Canadian Coast Guard , CAMSAR -CANADIAN AERONAUTICAL AND MARITIME SEARCH AND RESCUE MANUAL Combined Edition – Volumes I, II and III (ENGLISH) Supplement to the IAMSAR Manual, B-GA-209-001/FP-001 DFO 5449, Chief of the Defence Staff and Commissioner Canadian Coast Guard, 2014-09-30 ; online available http://ccga-pacific.org/files/library/CAMSAR-2014-english-signed.pdf , last access 22.09.2015
29.	Chircop, A. 2009. The growth of international shipping in the Arctic: is a regulatory review timely? The International Journal of Marine and Coastal Law, 24: 355-380.
30.	Clark, L. 2008. Canada's oversight of Arctic shipping: The need for reform. Tulane Maritime Law Journal, 79-110.
31.	Commissioner of the Environment and Sustainable Development. 2014. Chapter 3 Marine Navigation in the Canadian Arctic. Office of the Auditor General of Canada. www.oag-bvg.gc.ca .
32.	Conference Board of Canada. 2013. Changing Tides: Economic Development in Canada's Northern Marine Waters.
33.	Curtis, T., Kvernmo, S., and Bjerregaard, P. 2005. Changing living conditions, life style and health. International Journal of Circumpolar Health, 64: 442-450.
34.	Department of Fisheries and Oceans, Canadian Coast Guard Environmental Response Marine Spills Contingency Plan National Chapter, April 2011, available at http://www.ccg-gcc.gc.ca/eng/Ccg/er_National_Response_Plan/s2
35.	Department of Fisheries and Oceans, Canadian Coast Guard Environmental Response, Marine Spills Contingency Plan National Chapter, April 2011, available at http://www.ccg-gcc.gc.ca/folios/00025/docs/national-response-plan-2011-eng.pdf
36.	Derocher, A.E., Aars, J., Amstrup, S.C., Cutting, A., Lunn, N.J., Molnár, P.K., Obbard, M.E., ... and York, G. 2013. Rapid ecosystem change and polar bear conservation. Conservation Letters, 00: 1-8.
37.	Derraik, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin, 44: 842-852.
38.	Director General, Operations Fisheries and Oceans Canada Canadian Coast Guard, Radio Aids to Marine Navigation 2015, Annual Edition 2015, DFO/2015-1951, available on the CCG Internet site http://www.ccg-gcc.gc.ca/Marine-Communications/Home , last access 19.1.2016

Nr.	Referenz
39.	DNV (Det Norske Veritas). 2010. Shipping Across the Arctic Ocean: A feasible option in 2030-2050 as a result of global warming?
40.	Dolman, S., Williams-Grey, V., Asmutis-Silvia, R., and Isaac, S. 2006. Vessel collisions and cetaceans: What happens when they don't miss the boat. Whale and Dolphin Conservation Society.
41.	Emergency Management Act 2007. Act current to 2016-02-03 and last amended on 2007-08-03 http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/E-4.56/
42.	Emmerson, C. and Lahn, G. 2012. Arctic Opening: Opportunity and Risk in the High North. Lloyd's of London Report.
43.	Engler, C. and Pelot, R. 2013. Analysis of Marine Traffic along Canada's Coasts, Phase 2 – Part 1: Factors Influencing Arctic Traffic. Defence Research and Development Canada Report: DRDC CORA CR 2013-065.
44.	Environment Canada. 2013, March 28. Ice Glossary. Retrieved from ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=En&n=501D72C1-1 .
45.	Environment Protection Act, 1999. http://laws-lois.justice.gc.ca
46.	Erbe, C. and Farmer, D.M. 2000. Zones of impact around icebreakers affecting beluga whales in the Beaufort Sea. Journal of the Acoustical Society of America, 108: 1332-1340.
47.	Etienne, L., Pelot, R., and Engler, C. 2013. Analysis of Marine Traffic along Canada's Coasts, Phase 2 – Part 2: A Spatio-temporal Simulation Model for Forecasting Traffic in the Canadian Arctic in 2020. Defence Research and Development Canada Report: DRDC CORA CR 2013-214.
48.	Funston, B. 2014. Emergency Preparedness in Canada's North: An examination of community capacity. Northern Canada Consulting.
49.	Flynn, A. 2013. A guide for integrating <i>Inuit Quajimajatuqangit</i> into decision-making for marine shipping development in Nunavut. M.M.M., Dalhousie University
50.	Ford, J.D. and Smit, B. 2004. A framework for assessing the vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change. Arctic, 57: 389-400.
51.	Ford, J.D., Smit, B., Wandel, J., Allurut, M., Shappa, K., Ittusarjuat, H., and Qrunnut, K. 2008. Climate change in the Arctic: current and future vulnerability in two Inuit communities in Canada. The Geographical Journal, 174: 45-62.
52.	Ford, J.D., Pearce, T., Duerden, F., Furgal, C., and Smit, B. 2010. Climate change policy responses for Canada's Inuit population: The importance of and opportunities for adaptation. Global Environmental Change, 20: 177-191.
53.	Funk, C. 2012. Freezing spray and ice accretion on vessels: A comprehensive study. Proceedings of the National Conference of Undergraduate Research 2012. March 29-31.
54.	Global Marine Practice. 2014. Arctic Shipping: Navigating the Risks and Opportunities. Marsh Report. United Kingdom.
55.	Government of Canada, Search and Rescue in the Arctic A Canadian Perspective, http://arctic-council.org/eppr/wp-content/uploads/2015/04/SAR_in_the_Canadian_Arctic.pdf , last access 21.1.2016
56.	Guide to Understanding the Canadian Environmental Protection Act, 1999, December 10, 2004, http://publications.gc.ca/collections/Collection/En84-11-2004E.pdf , last access 2016-03-03
57.	Guterman, L. 2009. Exxon Valdez turns 20. Science, 323: 1558-1559.
58.	Hall, C.M., James, M., and Wilson, S. 2010. Biodiversity, biosecurity, and cruising in the Arctic and sub-Arctic. Journal of Heritage Tourism, 5: 351-364,
59.	Heininen, L., H. Exner-Pirot, & J. Plouffe. (eds.). (2015). Arctic Yearbook 2015. Akureyri, Iceland: Northern Research Forum. Available from http://www.arcticyearbook.com
60.	Higginbotham, J., Grosu, M. 2014. The Northwest Territories And Arctic Maritime Development In The Beaufort Sea. CIGI Policy Brief NO. 40 May 2014.
61.	Hildebrand, J.A. 2005. Impacts of anthropogenic sound. In: J.E. Reynolds et al. (eds), Marine Mammal Research: Conservation beyond Crisis. Maryland, USA: The John Hopkins University Press. Pages 101-124.
62.	Ho, J. 2010. The implications of Arctic sea ice decline on shipping. Marine Policy, 34: 713-715.
63.	Hodgson, J.R.F., Calvesbert, J.G., and Winterbottom, M. 2008. Arctic Shipping Impact Assessment: Scoping Study. Transport Canada Report.
64.	Hovelsrud, G.K., Poppel, B., van Oort, B., and Reist, J.D. 2011. Arctic societies, cultures, and peoples in a changing cryosphere. Ambio, 40: 100-110.
65.	Howell, S.E.L. and Yackel, J.J. 2004. A vessel transit assessment of sea ice variability in the Western Arctic, 1969-2002: implications for ship navigation. Canadian Journal of Report Sensing, 20: 205-215.

Nr.	Referenz
66.	Howson, N.C. 1988. Breaking the Ice: The Canadian-American Dispute over the Arctic's Northwest Passages. Transnational, 26.
67.	Hoyme, H.W. and Meyer-Rochow, V.B. 2011. Reasons and frequency of visits to the ship's doctor by passengers and crew members of cruise ships in polar waters. Polar Record, 47: 80-85.
68.	Huebert, R. 2003. The shipping news part II: How Canada's Arctic sovereignty is on thinning ice. International Journal, 58: 295-308.
69.	Humpert, M. and Raspotnik, A. 2012. The future of Arctic shipping. Port Technology International, 55: 10-11.
70.	Hunter, C.M., Caswell, H., Runge, M.C., Regehr, E.V., Amstrup, S.C., and Stirling, I. 2010. Climate change threatens polar bear populations: a stochastic demographic analysis. Ecology, 9(10): 2883-2897.
71.	Huntington, H.P. 2009. A preliminary assessment of threats to arctic marine mammals and their conservation in the coming decades. Marine Policy, 33: 77-82.
72.	ICC (Inuit Circumpolar Council). 2008. The Sea Ice is Our Highway: An Inuit Perspective on Transportation in the Arctic. A Contribution to the Arctic Marine Shipping Assessment.
73.	ICC (Inuit Circumpolar Council). 2011. A Circumpolar Inuit Declaration on Resource Development Principles in Inuit Nunaat.
74.	IMO, 2002. International Maritime Organization Guidelines for Formal Safety Assessment. IMO Ref. T1/3.02 MSC/Circ.1023
75.	IMO, 2014. Consideration and Adoption of Amendments to Mandatory Instrument – Technical background to POLARIS. IMO Ref. MSC 94/INF.13. September 12, 2014.
76.	Integrated Environments Ltd. 2008. Social and Economic Considerations for the Arctic Marine Shipping Assessment. For the PAME Working Group of the Arctic Council.
77.	International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response, and Cooperation, 1990 (OPRC 90) https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201891/volume-1891-I-32194-English.pdf , last access 2016-03-10
78.	IOC, 2009. Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No 50, ICAM Dossier No 5, pp. 145.
79.	IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
80.	IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
81.	IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
82.	ISO 31000:2009. Risk management—Principles and guidelines. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=43170
83.	ITK (Inuit Tapiriit Kanatami). 2007. Social Determinants of Inuit Health in Canada: A discussion paper.
84.	Iyerusalimskiy, A. and Sawhill, S. 2011. Training and experience: Both are key to vessel operation in Polar waters. Marine Technology: 71-4.
85.	Jakobsson, M. 2012. The International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO) Version 3.0. Geophysical Research Letters.
86.	Joint Research Center. (2011). Small Boat Detection Using TerraSAR-X and Radarsat2 Satellite Imagery. Retrieved from www.jrc.ec.europa.eu .
87.	JCP, 2013. Canadian Coast Guard-United States Coast Guard Joint Marine Pollution Contingency Plan, 2013. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343409.pdf
88.	Keeney, R. 1976. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. New York: Wiley.
89.	Kelley, K.E. and Ljubicic, G.J. 2012. Policies and practicalities of shipping in arctic waters: Inuit perspectives from Cape Dorset, Nunavut. <i>Polar Geography</i> , 35: 19-49.
90.	Kirmayer, L.J., Fletcher, C., Corin, E., and Boothroyd, L. 1997. Inuit concepts of mental health and illness: an ethnographic study. Department of Psychiatry, McGill University.
91.	Kubat, I. P. L. (2015). The NRC Canadian Arctic Shipping Risk Assessment Solution. Arctic Shipping Forum North America. St. John's.
92.	Lajeunesse, A. 2007. The Distant Early Warning Line and the Canadian battle for public perception. Canadian

Nr.	Referenz
	Military Journal, 8: 51-59.
93.	Lalonde, S. 2004. Increased traffic through Canadian Arctic Waters: Canada's State of Readiness. Themis editions.
94.	Lalonde, S., Griffiths, F., the Honourable Okalik, P., Huebert, R., and Lackenbauer, W. 2008. Canada's Arctic Interests and Responsibilities. Behind the Headlines, 65(4).
95.	Lasserre, F., 2010, Passages et mers arctiques. Géopolitique d'une région en mutation, Presses de l'Université du Québec.
96.	Lasserre, F., Pelletier S., 2011, Polar super seaways? Maritime transport in the Arctic: an analysis of shipowners' intentions, Journal of Transport Geography, Vol.19, Issue 6, Elsevier.
97.	Leira, B., Børshem, L., Espeland, Ø., and Amdahl, J. 2009. Ice-load estimation for a ship hull based on continuous response monitoring. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M, 223: 529-***.
98.	Lin, D. 2008. Spatial Analysis of Ship Routes for Maritime Security and Safe Navigation. Halifax: Dalhousie University.
99.	Ljungblad, D.K., Würsig, B., Swartz, S.L., and Keene, J.M. 1988. Observations on the behavioural responses of bowhead whales (<i>Balaena mysticetus</i>) to arctic geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. Arctic, 41: 183-194.
100.	Lloyd's, 2012, ARCTIC OPENING: Opportunity and Risk in the High North. Chatham House. https://www.lloyds.com/~media/files/news%20and%20insight/360%20risk%20insight/arctic_risk_report_webview.pdf
101.	Manson, G.K., Solomon, S.M., Forbes, D.L., Atkinson, D.E., and Craymer, M. 2005. Spatial variability of factors influencing coastal change in the Western Canadian Arctic. Geo-Mar Letters, 25, 138-145.
102.	McDorman, T.L. 1987. In the Wake of the 'Polar Sea': Canadian Jurisdiction and the Northwest Passage.
103.	McNutt, M. 2014. <i>Exxon Valdez</i> : 25 years later. Science, 343: 1289.
104.	Minister of Justice, Canadian Environmental Protection Act, 1999, http://laws-lois.justice.gc.ca
105.	Moe, A. 2012. Potential Arctic Oil and gas development: what are realistic expectations? In: Young et al. (eds), The Arctic in World Affairs: A North Pacific Dialogue on Arctic Marine Issues. 2012 North Pacific Arctic Conference Proceedings. Seoul, Republic of Korea: Korea Maritime Institute. Pages 227-251.
106.	Molenaar, E.J. 2009. Arctic Marine Shipping: Overview of the international legal framework, gaps and options. Florida State University Journal of Transnational Law & Policy, 18(2): 289-386.
107.	Molenaar, E.J. and Corell, R. 2009. Arctic Shipping. Background Paper for Arctic Transform.
108.	Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., and Spalding, M.D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. Frontiers in Ecology and the Environment, 6: 485-492.
109.	Niimi, A.J. 2007. Current and future prospects for vessel related introductions of exotic species to the Arctic region. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2720. Fisheries and Oceans Canada.
110.	Northern Projects Management Office. 2013. Natural Resource Development and Infrastructure Projects in the Yukon, Northwest Territories and Nunavut. Poster for the Canadian Northern Economic Development Agency.
111.	Nuka Research and Planning Group. 2007. Oil Spill Response Challenges in Arctic Waters. WWF Report.
112.	OCD, 2000. Operational Concept Description. Data Item Description DI-IPSC-81430A. Military-Standard-498.
113.	Office of the Auditor General of Canada, Report of the Auditor General of Canada, Spring 2013, , CHAPTER 7 Federal Search and Rescue Activities, available on website at www.oag-bvg.gc.ca , last access 10.2.2016
114.	OPRC, 1990. International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response, and Cooperation, 1990: https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201891/volume-1891-I-32194-English.pdf
115.	Paaske, B.J., Hoffmann, P.N., and Dahlslett, H.P. 2014. The Broader View: The Arctic – the next risk frontier. DNV GL Report.
116.	Parkinson C.L. and Comiso, J.C. 2013. On the 2012 record low Arctic sea ice cover: combined impact of preconditioning and an August storm. Geophysical Research Letters, 40: 1356-1361.
117.	Parnell, K.E. and Kofoed-Hansen, H. 2001. Wakes from large high-speed ferries in confined coastal waters: management approaches with examples from New Zealand and Denmark. Coastal Management, 29: 217-237.
118.	Parsons, J. 2012. Benchmarking of Best Practices for Arctic Shipping. WWF-Canada Report.
119.	PASSAGES-AIS.pdf, 2015. Internal project report.
120.	PASSAGES-ArcticCommunications.pdf, 2015. Internal project report.
121.	PASSAGES-AirborneImaging.pdf, 2015. Internal project report.

Nr.	Referenz
122.	PASSAGES-DirectionFinding.pdf, 2015. Internal project report.
123.	PASSAGES-IcebreakingShips.pdf, 2015. Internal project report.
124.	PASSAGES-IceMonitoring.pdf, 2015. Internal project report.
125.	PASSAGES-IceSensors.pdf, 2015. Internal project report.
126.	PASSAGES-LegalAspects.pdf, 2015. Internal project report.
127.	PASSAGES-MapSpecifications.pdf, 2015. Internal project report.
128.	PASSAGES-MDASystemsCanada.pdf, 2015. Internal project report.
129.	PASSAGES-PassiveRadar.pdf, 2015. Internal project report.
130.	PASSAGES-PassiveSonar.pdf, 2015. Internal project report.
131.	PASSAGES-RadarsInTheArctic.pdf, 2015. Internal project report.
132.	PASSAGES-SpaceborneImaging.pdf, 2015. Internal project report.
133.	PASSAGES-ServicesCCG.pdf, 2015. Internal project report.
134.	PASSAGES-UAVsInTheCanadianArctic.pdf, 2015. Internal project report.
135.	Pearce, T., Ford, J.D. Duerden, F., Smit, B., Andrachuk, M., Berrang-Ford, L., and Smith, T. 2011. Advancing adaptation planning for climate change in the Inuvialuit Settlement Region (ISR): A review and critique. <i>Regional Environmental Change</i> , 11: 1-17.
136.	Pelletier, M 2014. Northern Marine Transportation Corridors Initiative. Company of Master Mariners of Canada, Halifax April 29, 2014 (http://www.mastermariners.ca/maritimes/uploads/05marinecorridors.pdf).
137.	Perry, A.L. Low, P.J. Ellis, J.R., and Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. <i>Science</i> , 308: 1912-1915.
138.	Peterson, C.H., Rice, S.D., Short, J.W., Esler, D., Bodkin, J.L., Ballachey, B.E., and Irons, D.B. 2003. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. <i>Science</i> , 302: 2082-2086.
139.	Pew 2016. The Integrated Arctic Corridors Framework. Report by the The Pew Charitable Trusts, April 2016.
140.	http://www.pewtrusts.org/~media/assets/2016/04/the-integrated-arctic-corridors-framework.pdf .
141.	Pharand, D. 1973. <i>The Law of the Sea of the Arctic</i> . Ottawa, Ontario: University of Ottawa. 367p.
142.	Pharand, D. 1984. <i>The Northwest Passage: Arctic Straits</i> . Dordrecht: Martinus Nijhoff.
143.	Potts, T. and Schofield, C. 2008. An Arctic scramble? Opportunities and threats in the (formerly) frozen North. <i>The International Journal of Marine and Coastal Law</i> , 23: 151-176.
144.	Prairie and Northern Region Canadian Marine Advisory Council, Iqaluit, NU, May 13-14. 2015. Electronic version of document "Update NTS Marine 2010-1.pdf" provided to conference participants.
145.	Quadrennial Search and Rescue Review, Minister of National Defence, December 2013, Catalogue Number: D92-1/2013E-PDF December 2013 online available at http://www.nss.gc.ca/en/quadrennial-review/quadrennialreview-report.page , last access 22.1.2016
146.	Rahel, F.J. and Olden, J.D. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. <i>Conservation Biology</i> , 22: 521-533.
147.	Reeves, R., Rosa, C., George, J.C., Sheffield, G., and Moore, M. 2012. Implications of Arctic industrial growth and strategies to mitigate future vessel and fishing gear impacts on bowhead whales. <i>Marine Policy</i> , 36: 454-462.
148.	Renn, Ortwin, Walker, Katherine D. (Eds.), (2008) <i>Concept and Practice Using the IRGC Framework</i> , Series: International Risk Governance Council Bookseries, Vol. 1 , Springer.
149.	Riedlinger, D. 2001. Responding to climate change in Northern communities: impacts and adaptations. <i>Arctic</i> , 54: 96-98.
150.	Rijnsdorp, A.D., Peck, M.A., Engelhard, G.H., Möllmann, C., and Pinnegar, J.K. 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. <i>International Council for the Exploration of the Sea Journal of Marine Science</i> , 66: 1570-1583.
151.	Roberts, J. 2007. Proactive environmental planning for emerging shipping routes in Arctic waters. <i>World Maritime University Journal of Maritime Affairs</i> , 6: 207-215.
152.	Roth, R.R. 1990. Sovereignty and jurisdiction over Arctic waters. <i>Alta Law Review</i> , 28.
153.	Rowley, G. 1987. <i>Bringing the Outside Inside: Towards Development of the Passage</i> . In: Griffith (ed), <i>Politics of the Northwest Passage</i> . Quebec, Canada: McGill-Queen's University Press.
154.	Russell, W., <i>A Proposed Arctic Search and Rescue Strategy for Canada</i> , Dalhousie University, Halifax, Nova

Nr.	Referenz
	Scotia, August 2011
155.	Senate Canada, 2009. Controlling Canada's Arctic Waters: Role Of The Canadian Coast Guard. Report of the Standing Senate Committee on Fisheries and Oceans, December 2009. http://www.parl.gc.ca/content/sen/committee/402/fish/rep/rep07dec09-e.pdf
156.	Sheavly, S.B. and Register, K.M. 2007. Marine debris & plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. <i>Journal of Polymers and the Environment</i> , 15: 301-305.
157.	Sillitoe, A., Upcraft, D., Rich, K., LaRoche, M., Røed, B.K., and Huse, J.R. 2010. Supporting human performance in ice and cold conditions. <i>Norwegian Maritime Authority</i> .
158.	Skjoldal, H.R., Cobb, D., Corbett, J., Gold, M., Harder, S., Low, L.L., Noblin, R., ... and Winebrake, J. 2009. Background Research Report on Potential Environmental Impacts from Shipping in the Arctic (Draft). For the PAME Working Group of the Arctic Council.
159.	Smiley, B.D. 1990. Marine Mammals and Ice-Breakers. In: Lamson and VanderZwaag (eds.), <i>The Challenge of Arctic Shipping</i> . Montreal & Kingston, Canada: McGill-Queen's University Press.
160.	Snider, D. 2012. <i>Polar Ship Operations – A practical guide</i> . The Nautical Institute, London.
161.	Somanathan, S. et al., 2009. The Northwest Passages: A simulation. <i>Transportation Research Part A</i> 43, 127-135, Elsevier.
162.	Spill Response in the Arctic Offshore, Feb. 2012, http://www.api.org/~media/Files/EHS/Clean_Water/Oil_Spill_Prevention/Spill-Response-in-the-Arctic-Offshore.ashx
163.	Statistics Canada. 2012. 2011 Census Profiles. Statistics Canada, Ottawa. Retrieved from www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E
164.	Steinicke, S., Albrecht, S. Search and Rescue in the Arctic, December 2012, SWP Berlin, https://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/arbeitspapiere/WP_FG2_2012_Steinicke_Albrecht.pdf , last access 18.1.2016
165.	Stewart, E.J., Tivy, A., Howell, S.E.L., Dawson, J., and Draper, D. 2010. Cruise tourism and sea ice in Canada's Hudson Bay Region. <i>Arctic</i> 63: 57-66.
166.	Stirling, I. and Derocher, A.E. 2012. Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. <i>Global Change Biology</i> , 18: 2694-2706.
167.	Summary of Report: Spill Response in the Arctic Offshore, Feb 2012, http://www.arcticresponsetechnology.org/wp-content/uploads/2012/11/FINAL-printed-brochure-for-ATC.pdf
168.	System Architecture for the PASSAGES Project.pdf, 2016. Internal project report.
169.	Tactical Marine Solutions Inc. (2015). <i>Developments in Arctic Cruise Shipping</i> . Arctic Shipping Forum North America. St. John's.
170.	Tanker Safety Expert Panel. 2013. A review of Canada's ship-source oil spill preparedness and response regime. Tanker Safety Panel Secretariat Report.
171.	Tester, F.J. and McNicoll, P. 2004. <i>Isumagijaksaq</i> : mindful of the state: social constructions of Inuit suicide. <i>Social Science and Medicine</i> , 58: 2625-2636.
172.	Transport Canada. (2015, May 28). <i>Marine Transportation / Marine Safety</i> . Retrieved from http://www.tc.gc.ca/eng/marinesafety/menu.htm
173.	Transport Canada, Environmental Prevention and Response National Preparedness Plan, http://www.tc.gc.ca/media/documents/marinesafety/tp13585-procedures-eprnpp-e.pdf
174.	Transport Canada, Guidelines for Reporting Incidents Involving Dangerous Goods, Harmful Substances and/or Marine Pollutants, 2nd edition, July 2009, TP 9834E http://www.tc.gc.ca/Publications/en/TP9834/PDF/HR/TP9834E.pdf , last access 2016-03-04
175.	UNCLOS. 1982. United Nations Convention on the Law of the Sea, Montego Bay. 10 December 1982.
176.	VanderZwaag, D., **. 2008. <i>Governance of Arctic Marine Shipping</i> . Law Institute, Dalhousie University.
177.	Vermeij, G.J. and Roopnarine, P.D. 2008. The coming Arctic invasion. <i>Science</i> , 321: 780-781.
178.	Weber, B. 2014 January 7. More Northwest Passage travel planned by Danish shipper. CBC News, The Canadian Press. Retrieved from http://www.cbc.ca/m/touch/business/story/1.2482731
179.	Weilgart, L.S. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. <i>Canadian Journal of Zoology</i> , 85: 1091-1116.
180.	Weirich, P. 2012. Multiattribute Approaches to Risk. In R.H.S.Roser, <i>Handbook of Risk Theory</i> : 516-542. Springer Science.
181.	Wenzel, G.W. 2009. Canadian Inuit subsistence and ecological instability – if the climate changes, must the

Nr.	Referenz
	Inuit? Polar Research, 28: 89-99.
182.	Williams R. and O'Hara, P. 2009. Modeling ship strike risks to fin, humpback and killer whales in British Columbia, Canada. Journal of Cetacean Research Management, 11: 1-8.
183.	Wright, J. 2014. Reducing Impacts of Noise from Human Activities on Cetaceans: Knowledge Gap Analysis and Recommendations. WWF Report.
184.	Zopounidis, C. & Parados, P.M. 2010. Handbook of Multicriteria Analysis. Springer

Tabelle 1-1: Referenzliste ConOps

Die folgenden Referenzen sind für das Dokument "**PASSAGES-Data_Processing**" genutzt worden

Nr.	Referenz
185.	Andersson, M., & Johansson, R. 2010. Multiple sensor fusion for effective abnormal behavior detection in counter-piracy operations. In Proceedings of international waterside security conference (WSS).
186.	Blackman, S. and Popoli, R., 1999, Design and Analysis of Modern Tracking Systems. Artech House, Norwood, MA.
187.	Bar-Shalom, Y., Li, X.-R., Kirubarajan, T., 2001 Estimation with Applications to Tracking and Navigation: Theory, Algorithms and Software. John Wiley & Sons.
188.	Brekke, C., 2009. Automatic ship detection based on satellite SAR. Norwegian Defense Research Establishment (FFI). FFI-rapport 2008/00847.
189.	Brötje, M., 2012 Multistatic Multihypothesis Tracking Techniques for Underwater and Air Surveillance Applications, Siegen: GCA-Verlag Waabs.
190.	Brusch, S., Lehner, S., Fritz, T., Soccorsi, M. S. A., van Scie, B., 2011. Ship Surveillance with TerraSAR-X. In: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 49, no. 3, pp. 1092-1103.
191.	Cherniakov, M., 2007, Bistatic Radar. Principle and Practice", John Wiley & Sons Ltd.
192.	Dahlbom, A., & Niklasson, L. 2007. Trajectory clustering for coastal surveillance. In 10th conference of the international society of information fusion.
193.	European Commission. 2015. Blue Hub- exploiting maritime Big Data. https://bluehub.jrc.ec.europa.eu/
194.	Griffiths, H. D., and Baker, C. J., 2005, „Passive coherent location radar systems. part 1: Performance prediction,“ IEE Proceedings Radar, Sonar& Navigation, vol. 152, no. 3, pp. 153-159.
195.	Hajduch, G., Leilde, P., Kerbaol, V., 2006. Ship detection on ENVISAT ASAR data: results, limitations and perspectives. In: SEASAR 2006, ESA/ESRIN, Frascati.
196.	Hall D., and McCullen S., 2004, Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion. Artech House.
197.	Hwang, S., Wang, H., Ouchi, K., 2009. Comparison and evaluation of ship detection and identification algorithms using small boats and ALOS-PALSAR. In: IEICE Trans. Commun., Vols. E92-B, no. 12, pp. 3883-3892.
198.	IMO, 2014. Long Range Identification And Tracking System. MSC1/Circ 1259/ Rev. 6, 21 November 2014, http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Documents/LRIT/1259-Rev-6.pdf .
199.	Julier, S. J., and Uhlmann, J.K., 2004, Unscented filtering and nonlinear estimation. Proceedings of the IEEE, Vol. 92 (3), pp. 401-422..
200.	Kazemi, S., Abhari, S., Lavesson, N., Johnson, H., and Ryman, P. 2013. Open Data for Anomaly Detection in Maritime Surveillance. Expert Systems with Applications, 40: 5719 - 5729.
201.	Koch, W., 2014, Tracking and Sensor Data Fusion - Methodological Framework and Selected Applications. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
202.	Lavigne, V., 2014. Interactive visualization applications for maritime anomaly detection and analysis. Interactive Data Exploration and Analytics (IDEA) 2014 Workshop Proceedings.
203.	Laxhammer, R., 2008. Anomaly detection for sea surveillance. In 11th international conference on information fusion (Fusion '08), pp. 47-54.
204.	Lee, J. and Liu, J., 2001, Passive Emitter AOA Determination and Geolocation Using a Digital Interferometer. RTO SET Symposium on Passive and LPI Radio Frequency Sensor, Poland.
205.	Maritime Safety Committee Amendments 2014, MSC 94/ INF. 13, Consideration And Adoption Of Amendments To Mandatory Instruments, 12 September 2014, submitted by Canada, Finland, Sweden and the International Association of Classification Societies (IACS).

Nr.	Referenz
206.	Maritime Safety Committee (2014a), POLARIS – proposed system for determining operational limitations in ice, International Association of Classification Societies (IACS).
207.	Maritime Safety Committee (2014b), Technical background to POLARIS, International Association of Classification Societies (IACS).
208.	Martineau, E., and Roy, J., 2011. Maritime Anomaly Detection: Domain Introduction and Review of Selected Literature. Defence R&D Canada, TM 2010 – 460, October 2011.
209.	National Snow and Ice Data Centre (2015), Format for Gridded Sea Ice Information (SIGRID), publisher: Boulder, Colorado USA: National Snow and Ice Data Center.
210.	Nickel, U.R.O. 2010, System considerations for passive radar with GSM illuminators. Phased Array Systems and Technology (ARRAY), 2010 IEEE International Symposium on , vol., no., pp.189-195.
211.	Okabe, A., Boots B. and K. Sugihara, 1992, Spatial Tessellations: Concepts and applications of Voronoi diagrams, J. Wiley and Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto and Singapore, pp. 532.
212.	Pallotta, G., Vespe, M., and Bryan K., 2013. Vessel Pattern Knowledge Discovery from AIS Data: A framework for anomaly detection and route prediction. Entropy 2013, 15: 2218-2245.
213.	Rhodes, B. J., Bomberger, N. A., Seibert, M., & Waxman, A. M. 2005. Maritime situation monitoring and awareness using learning mechanisms. In Proceedings of IEEE military communications conference.
214.	Rick, M., 2010, „Spatial Design of Transmitter-Receiver-Constellations for PCL-Systems using GIS based Visibility Analysis,“ INFORMATIK 2010, Bonn.
215.	Rong Li, X., and Jilkov, V.P., 2003, Survey of Maneuvering Target Tracking Part I: Dynamic Models, IEEE Trans. On Aerospace and Electronic Systems, vol.39, no. 4, pp. 1333-1364.
216.	Roy, J., 2010. Rule-based expert system for maritime anomaly detection. Proc. SPIE 7666, Sensors, and Command, Control, Communications, and Intelligence (C3I) Technologies for Homeland Security and Homeland Defense.
217.	Skolnik, 2008, M. Radar Handbook”, Mc Graw Hill.
218.	Snider, D., 2012, Polar Ship Operations - A practical guide, London: The Nautical Institute.
219.	Tello, M., López-Martinez, C., Mallorqui, J., 2005. A novel algorithm for ship detection in SAR imagery based on the Wavelet transform. In: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. Vol. 2, No. 2.
220.	Thoorens, F., 2006. Ship detection. Training Course on Oil Pollution monitoring 08-10 Nov, CEDRE/European Commission.
221.	Transport Canada, 1998. Arctic Ice Regime Shipping System (AIRSS) Standards, Transport Canada, Ottawa, TP 12259E.
222.	Windward, 2014. AIS Data on the High Seas: An Analysis of the Magnitude and Implications of Growing Data Manipulation at Sea; www.windward.edu .
223.	Zamperoni, P., 1991. Methoden der digitalen Bildsignalverarbeitung. 2. Aufl. Braunschweig: Vieweg Ed.

Tabelle 1-2: Referenzliste Data Processing

Die folgenden Referenzen sind für das Dokument "**PASSAGES-System_Architecture**" genutzt worden

Nr.	Referenz
224.	Bannister, N.P. and Neyland, D.L., 2014. Maritime Domain Awareness with Commercially Accessible Electro-Optical Sensors in Space. International Journal of Remote Sensing, 2014.
225.	Birkelund, R., 2014. An Overview of Existing and Future Satellite Systems for Arctic Communication. Conference Paper May 2014, DOI: 10.13140/2.1.3762.3367. https://www.researchgate.net/publication/269389702 .
226.	Concept of Operations (2016). Concept of Operations for the PASSAGES Project. Internal PASSAGES project report, Airbus Defence and Space, June 2016.
227.	Data Processing, Data Integration and Demonstration of Selected Scenarios (2016). Internal PASSAGES project report, Airbus Defence and Space, June 2016.
228.	Embassy (2016), First major cruise ship sails icy Northwest Passages this summer. Hill Times Publishing, March 3 rd , 2016.
229.	exactView™RT, http://www.exactearth.com/technology/exactview-rt-powered-by-harris .
230.	Friends Committee on National Legislation, 2014. Understanding Drones.

Nr.	Referenz
	http://fcnl.org/issues/foreign_policy/understanding_drones/ , last updated: November 10th, 2014.
231.	IMO (2001), Resolution A.915(22). Revised Maritime Policy And Requirements For A Future Global Navigation Satellite System (GNSS). Appendix 2, 29 November 2001.
232.	INCOSE (2011). Systems Engineering Handbook, version 3.2.1, January 2011, p. 98
233.	Lajeunesse, A. 2007. The Distant Early Warning Line and the Canadian battle for public perception. Canadian Military Journal, 8: 51-59.
234.	livescience, January 29, 2016. http://www.livescience.com/53531-drones-record-sea-ice-gallery.html
235.	Luciad, http://www.luciad.com/products/luciadlightspeed
236.	McCauley, D.J. (2016). Ending hide and seek at sea. Science, vol. 351, issue 6278, pp. 1148-1150, 11 March 2016.
237.	Northern News Services Online, June 6 2015. Arctic Fibre blows deadline. http://www.nnsl.com/preview/newspapers/stories/jun8_15af.html
238.	PASSAGES-AIS.pdf (2016). PASSAGES-project internal document, Airbus Defence and Space, 2016
239.	PASSAGES-LegalAspects.pdf (2016). PASSAGES-project internal document, Airbus Defence and Space, 2016
240.	PASSAGES-MarineArcticCommunications.pdf (2016). PASSAGES-project internal document, Airbus Defence and Space, 2016
241.	PASSAGES-MDASystemsCanada.pdf (2016). PASSAGES-project internal document Airbus Defence and Space, 2016.
242.	PASSAGES-RadarsInTheCanadianArctic.pdf (2016). PASSAGES-project internal document Airbus Defence and Space, 2016.
243.	PASSAGES-SatelliteImageAnalysis.pdf (2016). PASSAGES-project internal document Airbus Defence and Space, 2016.
244.	PASSAGES-ServicesCCG.pdf (2016). PASSAGES-project internal document, Airbus Defence and Space, 2016.
245.	PASSAGES-UAVsInTheCanadianArctic.pdf (2016). PASSAGES-project internal document Airbus Defence and Space, 2016.
246.	Polar Code (2014). Resolution MSC.385(94), International Code For Ships Operating In Polar Waters, 21. November 2014, The Maritime Safety Committee, IMO. http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/polar/Documents/POLAR%20CODE%20TEXT%20AS%20ADOPTED%20BY%20MSC%20AND%20MEPC.pdf
247.	POLARIS (2014). <i>Consideration and Adoption of Amendments to Mandatory Instruments</i> , Maritime Safety Committee, MSC 94/3/7, IMO, 12 September 2014
248.	Request For Information (RFI) for Polar Communications And Weather (PCW) Project, Version 3.0., 2013. Public Works and Government Services Canada, Solicitation No.: W6369-04DC01, 2013-11-01.
249.	Steinberg, A. N., Bowmann, C. L., White, F. E. (1999). Revisions to the JDL Data Fusion Model. Form SF298 Citation Data, ERIM International, Inc. 1101 Wilson Blvd. Arlington, VA 22209, 1999.
250.	The Green Optimistic, February 12, 2016. http://www.greenoptimistic.com/hydrogen-powered-drone-Arctic/#.VzBVkUpJk5s .
251.	THEWORLDPOST, 04/23/2016. Canada's Northern Territories Struggle With Slow, Expensive Internet.
252.	Validation Concept for the PASSAGES Project. PASSAGES-project internal document Airbus Defence and Space, 2016.

Tabelle 1-3: Referenzliste System Architecture

Im Dokument "**PASSAGES-Validation_Concept**" sind keine speziellen Referenzen genutzt worden.

Die folgenden Referenzen sind für das Dokument "**PASSAGES-Roadmap**" genutzt worden

Nr.	Referenz
253.	Abielmona, R. (2015). Leveraging Advanced Technologies in Support of Extensive Arctic Maritime Domain Awareness. Journal of Ocean Technology.
254.	Above & Beyond – Canada's Arctic Journal, 2015 /5. www.arcticjournal.ca .

Nr.	Referenz
255.	Arctic Council. (2011). Agreement on Cooperation on Aeronautical and Maritime Search and Rescue in the Arctic.
256.	Baffinland Iron Mine Corporation. (2014). <i>Mary River Project Phase 2, Second Amendment to Project Certificate No 005, Project Description.</i>
257.	Bianquiere, N. (2014). Panel Discussion at the Maritime & Arctic Safety & Security Conference, St. John's Newfoundland, 28 – 30 October 2014.
258.	Bouchard, C. (2014) <i>Situational Awareness in the Arctic.</i> Oral presentation at the Maritime & Arctic Safety & Security Conference, St. John's Newfoundland, 28 – 30 October 2014.
259.	Concept of Operations for the PASSAGES Project (2016). Internal project report, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm/ Germany.
260.	Eddy Beckers, J. F.-R. (2015). Melting Ice Caps and the Economic Impact of Opening the Northern Sea Route. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
261.	IMO. (2014). International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code). Resolution MSC.385(94).
262.	Jakobson, L. (2010). China Prepares for an Ice-Free Arctic. SIPRI Insights on Peace and Security .
263.	Mail Online, 2015. The coolest boat in the world: New 328ft superyacht can break through polar ice and visit the globe's most remote destinations. Mail Online, October 7 th , 2015. http://www.dailymail.co.uk/travel/travel_news/article-3248691/SeaXplorer-superyacht-break-ice-sail-remote-locations.html .
264.	MARINE LOG, 2015. Deltamarin and Aker Arctic develop Arctic Aframax design. MARINE LOG, September 2015, http://issuu.com/marinelog/docs/september_2015_marine_log/1?e=5112807/30055736 .
265.	Mining Explorer, 2015. Nunavut faces bright future. Vol. 20, No, 44, Week of November 01, 2015.
266.	Nielsson, H. G. (2015). China Can Play Key Role in Arctic Shipping. Retrieved from http://www.maritime-executive.com/features/china-can-play-key-role-in-arctic
267.	NORSTRAT Consulting Inc. (2015). Systems Contributing to Maritime Domain Awareness in Canada's Arctic (or PASSAGES-MDASystemsCanada.pdf).
268.	Ostreg, W. e. (2013). Shipping in Arctic Waters: A Comparison of the Northeast, Northwest and Transpolar Passages. Springer Press.
269.	PASSAGES-LegalAspects.pdf (2016). Internal project report, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm/ Germany.
270.	PASSAGES-MDASystemsCanada.pdf (2016). Internal project report, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm/ Germany.
271.	PASSAGES-ServicesCCG.pdf (2016). Internal project report, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm/ Germany.
272.	Prentice, B. (2015). Transport Airships for Northern Logistics: Technology for the 21st Century. Submitted to
273.	Canada Transportation Act Review, July 2015.
274.	Ruskin, L. (2015). Arctic no shipping rival to Suez: expert. Radio Canada International, 08 Oct. 2015.
275.	http://www.rcinet.ca/eye-on-the-arctic/2015/10/08/arctic-no-rival-to-suez-expert/ .
276.	Spire Wireless. (2015). Your worksite, smarter. Retrieved from http://www.spirewireless.com/
277.	Stephenson, L. C. (2013). New Trans-Arctic shipping routes navigable by mid-century. Retrieved from www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1214212110 .
278.	System Architecture for the PASSAGES Project (2016). Internal project report, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm/ Germany.
279.	Tanker Safety Expert Panel. (2014). A Review of Canada's Ship-Source Spill Preparedness and Response: Setting the Course for the Future Phase II, Requirements for the Arctic and for Hazardous and Noxious Substances Nationally. Ottawa: Tanker Safety Panel Secretariat.
280.	Tschudi, F. (2012). What will influence the short and medium term scenarios on the Northern Sea Route? Oslo: III NRBF - Round Table, High North - the new global logistics hub.
281.	Turkish Maritime, (2015). First Arctic Cargo Shipped Through Northwest Passages – Fednav. September 21, 2015. (http://www.turkishmaritime.com.tr/first-arctic-cargo-shipped-through-northwest-passage-fednav-24122h.htm)
282.	UAS Vision (2014). Guardian, Heron and Hermes 900 Compete for Canada's Arctic Mission. Business News, Military UAS, February 18, 2014.

Tabelle 1-4: Referenzliste Roadmap

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben den schon aufgeführten Projektbeteiligten (Teammitgliedern, Unterauftragnehmer, Experten etc.) gab es keine weitere Zusammenarbeit mit anderen Stellen.

2 Eingehende Darstellungen

2.1 Eingehende Darstellung der Verwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellungen der vorgegebenen Ziele

Die Projektergebnisse sind in den folgenden 5 Dokumenten niedergelegt und im Umfang viel zu groß um sie in diesen Schlußbericht einzubinden. Es werden daher nur Auszüge aus den Dokumenten hier dargelegt in der Originalsprache Englisch. Die Dokumente haben die folgenden Größen :

1. Concept of Operations	246 Seiten
2. System Architecture	124 Seiten
3. Data Processing	157 Seiten
4. Validation Concept	33 Seiten
5. Roadmap	50 Seiten

Die kompletten Dokumente werden mit dem Erfolgskontrollbericht an den Auftraggeber BMWi / PtJ ausgeliefert.

2.1.1 Concept_of_Operations

This document is a Concept of Operations of an advanced maritime surveillance system of the Canadian Arctic with particular focus on the major shipping routes of the Northwest Passage. The document is based on research findings, studies, surveys and knowhow that have been developed and conducted within the framework of the applied research project PASSAGES.

The major project goals are to develop a concept of operations and an architecture document for a system that allows to monitor and control all vessel traffic in the waters of the NWP in near-real time and that detects and warns of anomalous vessel behavior and assesses the maritime risks of selected areas, situations or vessel routes. In doing so, the system should assist a variety of different stakeholders in decision making processes as well as in the execution of their respective mandates. The system concepts shall integrate the following functional aspects:

- protection of the maritime arctic environment by detection of hazards to the environment by ships, such as oil spills, and monitoring of protected areas which justifies the attribute "Green" in the project name
- enhancement of the efficiency of voyages by route planning and synergistic resource sharing measures – relating to the attribute "Efficient", and
- ensuring the secure and safe passage of ships by considering risks to ships – relating to the attribute "Secure".

In support of the concept developments, the PASSAGES project team has conducted comprehensive studies regarding certain state-of-the-art technologies, policies, legal frameworks and risks relating to the Arctic and to operations in the Arctic. The results of these studies are summarized in 19 separate documents. Throughout the concept of operations - as well as in other concepts - these documents are referenced as "PASSAGES-SpecialTopic.pdf", where "SpecialTopic" stands for the specific study content of the paper.

In view of these deficits and the projected increase in arctic shipping, it is the goal of the PASSAGES project to develop concepts of an innovative surveillance system that provides monitoring, information and support services to stakeholders operating in the waters of the NWP. It contains as a core capability the generation, interpretation and distribution of a near-real time qualified situation picture that shows all vessels in the NWP along with their characteristic attributes and the risks, e.g. due to ice and shallow waters, they are exposed to. The situation picture is also the basis to detect irregular behavior of ships and to assist ships, shipping companies or ship insurers in minimizing the risks and enhancing the efficiency of a sailing voyage.

Likewise, government agencies with a mandate in the High North will benefit from improved maritime domain awareness (MDA) because they will be able to better plan, monitor and control activities in the North to the degree that is appropriate to fulfill their mandate. The Arctic coastal communities are another important stakeholder group that will benefit from getting connected to the system by providing information that is relevant to safe shipping, such as e.g. the local ice situation, and by receiving a local view of the situation picture. Both measures can contribute to minimizing potential adverse impacts of shipping on Northern communities.

The system will be comprised of two main parts or sub-systems, a monitoring sub-system and a risk analysis sub-system. They are systems themselves that are integrated as components into the overall PASSAGES surveillance system, where they interact with one another by exchanging data. The main functionality of the monitoring system is to create the situation picture that informs stakeholders of the kind and kinematic behavior of maritime traffic participants in the area of the NWP. The risk analysis system identifies and assesses the risks of a waterway and/ or a vessel track at a specific location and time. This is schematically depicted in Fig. 1-4 together with the system input (black boxes) that is provided by external information providers and with the system's main users. Taken together, the overall surveillance system will lead to improved perception of the maritime environment and improved understanding of the meaning and potential impact of the perceived environment on traffic participants in terms of maritime safety. This is a significant step towards producing situation awareness and making successful, immediate and future, decisions.

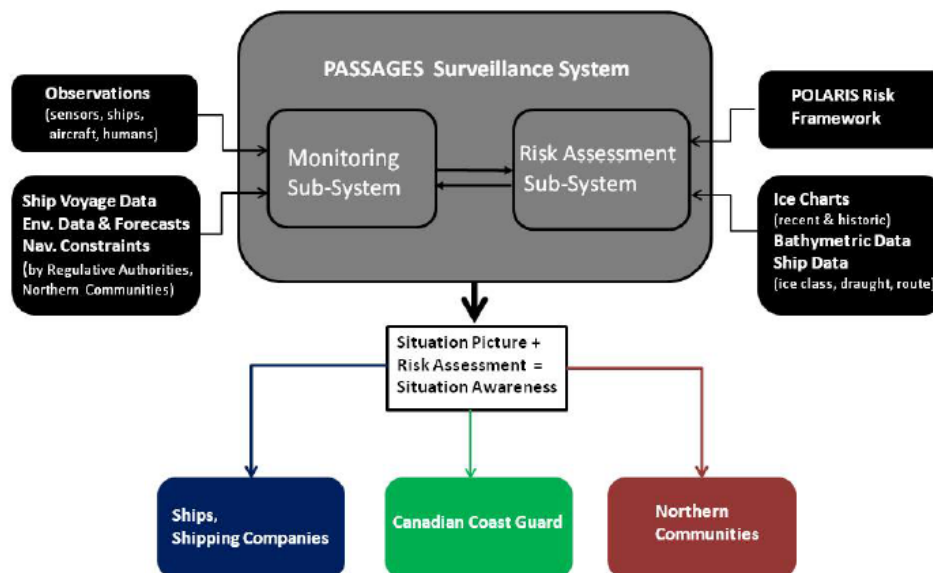


Abbildung 2-1 PASSAGES Surveillance System

2.1.2 System Architecture

This document describes an architectural solution of a surveillance system that has been devised in the frame of the PASSAGES research project. Based on a stakeholder needs analysis and a concept of operations, the document identifies and describes the major system functions, the major system components that implement these functions, and the components' characteristics, logical arrangement and interactions which are needed to synthesize a solution that satisfies the stakeholder and system requirements.

It should be noted that the PASSAGES surveillance system is not commissioned by one (or more) specific customer(s) at this time, and the system architecture is therefore not designed to meet a customer-specific set of requirements or constraints. Instead, the architecture is the result of a three-year long research project that took into account a broad range of needs from different stakeholder communities. As such, the suggested solution is a pioneer system that accommodates evolving and existing technologies and that is flexible

and extensible to support a broad range of stakeholders who operate in the severe and rapidly changing environment of the Canadian Arctic.

As a result, the project team concludes that an integrated system which uses the combined assets of all stakeholders will create the most reliable, consistent and timely situation picture. Each authorized stakeholder community will have access to a dedicated sub-set of this situation picture that will be configured to satisfy the needs of that stakeholder community.

The integrated system has to monitor the large area of the NWP and at the same time also has to be aware of what happens locally at critical locations. Therefore, the system will have a structure of different layers of sensors, including:

- Satellite-based sensors (SAR, EO, AIS, COMMS) for wide area surveillance covering the entire area of interest (see Concept of Operations 2016, chapter 2, for a definition of the area of interest in this project). However, because of their low-Earth orbits, satellites exhibit short observation periods of the order of some minutes every one and a half hours. The information recorded during one observation period needs to be downlinked to a ground station for further processing, which may lead to latencies of up to several hours. An additional drawback is that the resolution of satellite imagery may not be sufficiently high for some surveillance tasks. Nevertheless, satellite-based monitoring is suitable to form the architectural backbone of the PASSAGES surveillance system. This is supported by a simulation of the complementary spatial and temporal coverages of a number of existing commercial SAR and EO satellites that we present in this document.
- Airborne sensors mounted on either manned aircraft (AC), unmanned aerial vehicles (UAVs) or high-altitude pseudo satellites (HAPS) which can cover an area of several hundred kilometers in diameter and which can be deployed to any location within reach rapidly. However, the number of existing resources and the necessary ground support systems are by far not sufficient to provide service to the whole area of interest. Airborne sensors are therefore used for dedicated patrols (e.g. NASP, see PASSAGES-MDASystemsCanada.pdf, chapter 4.2.3), for coastal monitoring, or in the event of signs of an incident.
- Local sensors (active & passive radars, ship/ helicopter patrols, rangers) deployed at critical locations, such as choke points, which monitor a specific area whenever needed. These sensors are quickly deployable (e.g. rangers on the ground) and usually provide detailed, timely and reliable information, but they have a very limited detection range of the order of several kilometers to several tenths of kilometers. Observations reported by traffic participants and traffic observers are similar to local sensor observations in that they are equally detailed, however, the reliability of these observations is usually unknown and their transmission may be subject to latencies.

The architecture of a future PASSAGES surveillance system is designed to integrate the observations from the whole sensor network into a consistent real-time situation picture from which sub-sets, so called situation picture profiles, can be made available to authorized clients. To this end, the situation picture also includes the combined contextual data of all stakeholders, their respective prior knowledge, their restrictions and regulations for shipping as well as the voyage plans of ships. This is schematically depicted in Fig. 1-1 that displays the different layers of sensors (white, red, and green labels) together with examples of their respective surveillances areas (red and green areas). The (white) space-borne sensors cover the entire region of the NWP depicted in the image which is also the overall area of interest (excluding the central Arctic ocean and the territorial waters of Greenland). All sensor observations together with the information provided by stakeholders such as ships, Northern communities (black star) or government authorities (e.g. the Marine Communications and Traffic Services, MCTS, Center in Fig. 1-1) is used by the surveillance system to generate the situation picture. Profiles of the surveillance picture are disseminated to authorized clients that often – but not necessarily - comprise the same stakeholder groups that also provide input information to the system. This potentially bilateral information exchange is depicted by the black double arrows in the figure.

The sensed situation picture together with the contextual knowledge is the basis for further interpretation and for an assessment of the navigational risks to ships using the Arctic waterways. Risk assessments can be automated and thus be used as strategic planning tools or as operational routing tools that guide ships along the safest route while they are already in transit. This leads to a situation picture and dedicated profiles thereof that can be easily understood and interpreted by clients and users and that minimize the work load for users.

Services of the surveillance system to be provided to the clients and users include but are not be limited to:

- A real-time situation picture showing all sensor observations and vessels in the surveillance area including their history, their predicted route in time (tracks) and the available kinematic and non-kinematic (e.g. ship's name, type, ice class, size, cargo, and planned destination) attributes of vessels. The situation picture also comprises information about the reliability of the provided information; e.g. faked co-operative AIS data can be recognized when compared to other non-cooperative sensor data. It also displays known navigational risks (e.g. shoals) as well as risks associated with the routes of vessels based on pre-defined criteria, such as the existence and the type of ice. Vessels for which an anomalous behavior has been detected or is predicted (e.g. due to a predicted encounter with sea ice) are automatically flagged. Furthermore, the positions of known aids to navigation and other maritime infrastructure are shown along with relevant maps and charts.
- Alerts to hazards to the environment and to the integrity of used ice roads based on actual and expected vessel movements and voyage plans
- Alerts to actual and expected traffic anomalies, to violations of traffic regulations, and to violations of restrictions to penetrate protected areas
- Alerts to predicted collisions involving vessels
- Advice given to vessels both for planning voyages and while en-route on the expected environmental situation and the navigational risks of planned or executed routes
- Provision of up-to-date environmental information (weather, ice, sea state, animal migration patterns)
- Inter-client communication (hazard alerts, voyage plans, SaR events, supply needs, instructions).
- Coordination assistance for Search and Rescue, environmental disaster response, resource export, vessel cruising and re-supply activities
- Automatic compilation of NORDREG reports and their dissemination to the authorities.

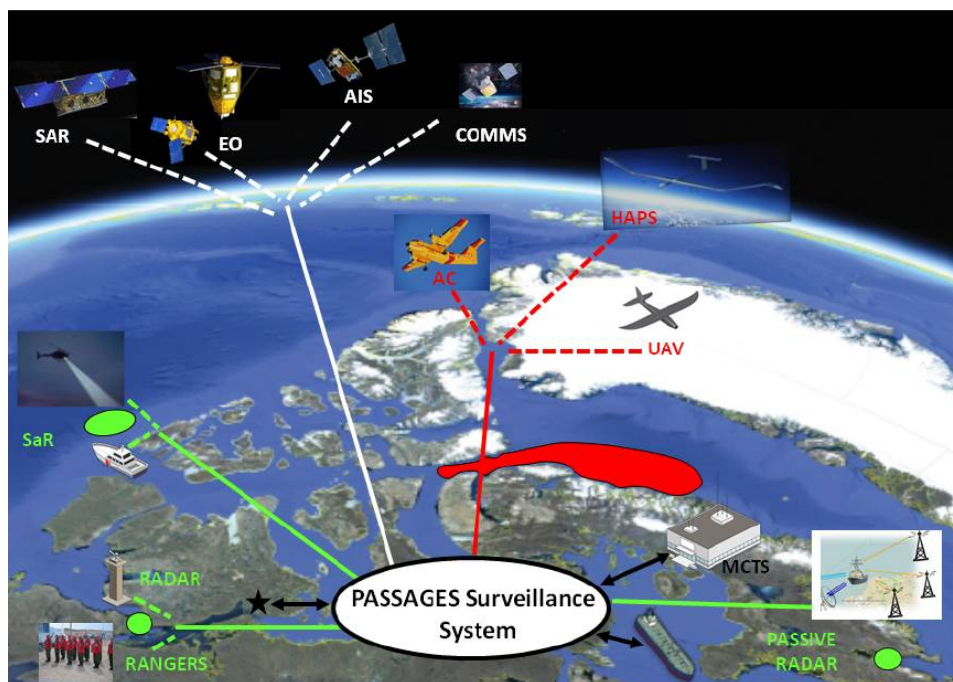


Abbildung 2-2 PASSAGES Surveillance System

2.1.3 Data Processing

One of the objectives of the PASSAGES research project is to investigate what sensors can be used to design a comprehensive and near real-time maritime surveillance system of the Northwest Passage (NWP). The sensors in question should be available and fully functional in the Arctic, and they should be complementary in the sense that the combination of their observations yields a more realistic, reliable and robust maritime situation picture - and situation assessment - than would be provided by only one type of sensor.

To this end, we have acquired real sensor data of ship traffic in selected regions of the NWP. This data has been analyzed and processed by the project team to extract the information that is relevant for the generation of a maritime situation picture. Additionally, sensor data has been simulated to augment the body of complementary information and to demonstrate the added value that the simulated sensor would provide if it were actually installed at a suggested location in the NWP. The final goal was to integrate all available sensor information – real and simulated – into one continuous track that is a realistic representation of a ship's past, present and future voyage in the NWP. Combining this track with the risk assessment framework that we developed allows evaluating and visualizing the risk of a ship voyage. This can be done retrospectively on the basis of a historic ship track, or strategically on the basis of a planned route, or dynamically on the basis of the actual ship position and destination. Either situation is a very important quantitative assessment of a ship's ice-going capabilities with respect to the prevailing ice conditions at the time of the voyage. This document is a detailed account of our work along this line. It describes what data has been acquired or simulated and how it was processed and integrated. To do so, we selected four strategically important scenarios in the NWP and reconstructed the historic tracks of ships in these regions.

The scope of this document is as follows. Chapter 2 is an introduction of messages provided by the Automatic Identification System (AIS) of ships with particular emphasis on satellite-based AIS (S-AIS). This technology is globally available, applicable in extreme climatic and geographic conditions and the AIS messages are commercially available. S-AIS messages therefore constitute the backbone of our data integration work and serve as reference for simulated data. Chapter 3 describes the satellite-based Long Range Identification and Tracking (LRIT) data we used in this project. In chapter 4 we discuss two different algorithms that were applied to analyse Synthetic Aperture Radar (SAR) images and provide the analyses results. In chapter 5 we describe the simulated data: active radar observations (section 5.1), terrestrial AIS messages (section 5.2) and passive radar observations (section 5.3) together with the corresponding simulation methods. Chapter 6 contains a description of our Line of Sight (LoS) algorithm to identify suitable sensor sites in the NWP. This chapter also describes the new high-resolution digital terrain data, WorldDEM™, provided by Airbus Defence and Space. The data fusion algorithms and their extensions for application in this project are explained in chapter 7. In chapter 8, we discuss strategies to detect anomalous ship behavior and present an example of how a kinematic anomaly can be identified with the help of the POLARIS risk indexing system (section 8.5). Our application of the POLARIS risk framework to develop risk maps is introduced in chapter 9. And finally, in chapter 10 we present the selected scenarios, where we provide for each scenario: a summary of the acquired sensor data and the contextual information, including applied maps or charts, the data processing methods, and the ship track(s) generated by multi source data integration.

2.1.4 Validation Concept

This document aims to consolidate the concepts regarding the elements of the system as well as the system itself. The consolidation is based on the verification and validation of the operational concepts, data processing, system architecture and scenario demonstrations against the requirements of potential users. The protocol identifies parameters, stakeholders and technical procedures that have been followed during the validation process.

The validation process employed is intended to generally assess the quality of the PASSAGES system, and to provide quantitative indication that each applicable user requirement has been fulfilled. The outcomes of this validation will be used to recommend steps to be taken beyond the PASSAGES project towards building a system.

The validation approach is based on three pillars:

Internal validation – The validation conducted internally will address the structural, architectural and operational aspects of the system. Project members verify that each product complies with key performance parameters identified through literatures reviews, within existing systems, or identified by potential users. The ability for the system to address these aspects are highlighted through scenarios and use cases developed within the project.

External validation – The PASSAGES system as well as its components were validated by stakeholders of shipping in the Arctic through interviews and a survey. Through these avenues they assessed the adequacy of the system, and the applicability and feasibility of integrating the system into their operations.

Public validation – Project members had their work validated through the publishing of peer-reviewed papers, and by participating in conferences. These avenues provided the opportunity for anyone reading the papers or in attendance at the conferences to provide feedback for the project.

2.1.5 Roadmap

Shipping traffic in the Northwest Passage (NWP) is beginning to grow, and is expected to continue to do so as ice restrictions lessen and other external events come into play. These external forces or “triggers” can be augmented or complemented by pro-active “enablers” that either anticipate those triggers or help steer them in the right direction. Some of those enablers in turn fit within the business model and capabilities of Airbus Defence and Space, and so represent potential PASSAGES value-added applications. Finally those PASSAGES applications require an effective commercialization strategy to bring them into effect. Together these provide a roadmap to profitable, safe and secure Arctic shipping, enabled in part by Airbus Defence and Space

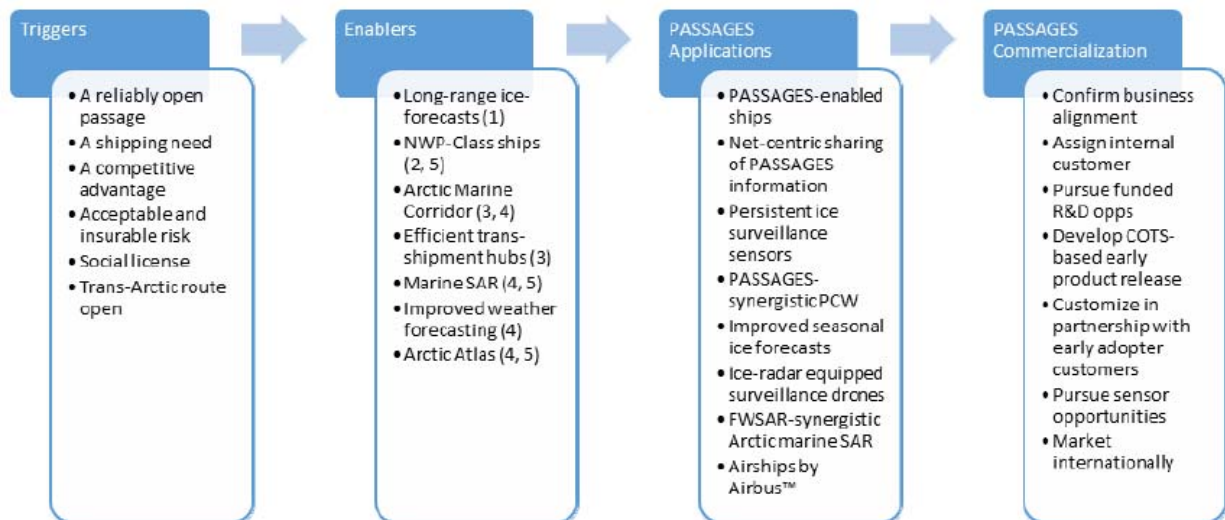


Abbildung 2-3 PASSAGES Roadmap

2.4 Eingehende Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplan

Zuerst wird noch einmal der Verwertungsplan des Förderantrages wiedergegeben, daher taucht hier auch die Bezeichnung Cassidian für die Airbus Defence and Space GmbH wieder auf. Ein Teil des Verwertungsplanes ist gleich geblieben, ein größerer Teil ist jedoch angepaßt worden, da sich Schwerpunkte geändert haben, die eine noch bessere Verwertung in Aussicht stellen.

2.4.1.1 Verwertungsplan gemäß Förderantrag

Verwertungsstrategie

Für Cassidian als Geschäftseinheit des EADS Konzerns ist grundsätzlich die Überwachung, Kontrolle und Verbesserung der Verkehrssicherheit von Schiffs- (Boden) und Luftverkehr (bzw. Aktivitäten) von hohem geschäftlichen Interesse.

Die Bewältigung der zu erwartenden massiv anwachsenden Verkehrsströme in der Nordwest-Passage, inklusive des Schutzes einer sensitiven Umwelt ist für einen global agierende Luft- und Raumfahrtkonzern ein wichtiger Baustein, um dem steigenden Bedarf an Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungssystem Rechnung zu tragen.

Die europäische und nationale Vorreiterrolle in der Luftfahrtindustrie, insbesondere auch mit Sensoren und Auswertesystemen die ursprünglich im militärischen Bereich Verwendung fanden, sollen hier für weitere Überwachungs- und Kontrollfunktionalitäten ausgebaut werden, insbesondere aber auch um weitere Märkte zu erschließen.

Das vorgeschlagene Forschungsprojekt INUIT ist besonders im Hinblick auf ähnliche Markterfordernisse hinsichtlich der Arktisanrainer (Nord-Ost Passage !) bzw. Export-Länder wie Kanada, Island, Dänemark (Grönland), Norwegen und Russland und die USA zu sehen.

Mit der Realisierung einer zum großen Teil automatisierten Überwachung, Kontrolle und Verkehrsführung und der damit verbunden technologischen Innovation lassen sich diese o.g. Märkte erschließen und tragen zur Steigerung des deutschen Exports bei.

Verwertungsziel ist es, Komplettlösungen für die Überwachung und das Management des Verkehrs anzubieten. Das Forschungsvorhaben und die Förderung unterstützt dabei, neueste und technologisch anspruchsvolle Ergebnisse in einer prototypischen aber zunächst simulativen Anwendung zu erzielen. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen sowohl national als auch international die Ergebnisse direkt in einer Produktakquisition und Entwicklung umzusetzen.

Bisher wurden Produkte die auf Verfahren der Multisensordatenfusion aufbauen im sicherheitskritischen Bereich eingesetzt. Die Erschließung und Anwendung der bestehenden Expertise und Erfahrung zur großräumigen Überwachung des Bereichs der Nord-West Passage ist ein Schritt zur Kompetenzerweiterung als auch zur Erschließung des zivilen/kommerziellen Marktes. Die notwendige Basis wurde durch Projekte für militärische Bedarfsträger in der NATO z.B. mittels Multisensor-Datenfusionsalgorithmen bestätigt.

Wo werden die Ergebnisse verwertet?

Cassidian kann die Ergebnisse dieses Vorhabens in ihren MSI/MST Systemen sowie bei Radaren und anderen elektrooptischen Sensorprodukten/-systemen verwenden, die national und international vermarktet werden.

Z.B. werden die militärischen MSI/MST-Systeme und Radare bei Cassidian in Ulm entwickelt und produziert.

Eine Förderung durch das beantragte Projekt würde jedoch nicht nur zur Sicherung von Arbeitsplätzen bei Cassidian beitragen. Durch umfangreiche Produktions-Beschaffungen bei den zahlreichen KMU in der Lieferantenkette (60-70% des durchschnittlichen Produktionsvolumina), werden auch dort Arbeitsplätze (hauptsächlich Deutschland/Europa) nachhaltig gesichert.

Im Bereich der MSI, MST, Datenfusion und Radare sind bei Cassidian in Ulm und bei Fraunhofer in Wachtberg hochqualifizierte Mitarbeiter aus den IT-Bereichen und der Forschung beschäftigt. Diese Kompetenz gilt es weiter auszubauen und mit neuen Aufgaben weiter zu qualifizieren, um den Technologievorsprung zu halten und den Entwicklungs- und Produktionsstandort in Deutschland zu sichern.

Wie ist der Zeithorizont der Verwertung?

Mit Abschluß dieses Vorhabens liegen sowohl HW- und SW-Ergebnisse als auch Statusanalysen verwertbar vor, die dann für weitere Produkt- und Systementwicklungen eingesetzt werden können. Für die Anwendung im zivilen Überwachungs- und Steuerungsbereich (für den Schiffsverkehr und ähnlich gelagerte Aktivitäten) muß letztlich auch die Zertifizierung erfolgen (geschätzte Dauer der Zertifizierung ca. 1-2 Jahre). Danach können die o. g. Produkte und Systeme für diese und ähnliche Anwendungen (Nord-Ost Passage) produziert und verkauft werden.

Andere Anwendungen ohne zivile Zertifizierungserfordernisse können früher realisiert werden.

2.4.1.2 Ergänzungen bzw. Korrekturen des Verwertungsplanes

Verwertungsstrategie

Die Verwertungsstrategie hat sich gegenüber der Strategie aus dem Förderantrag doch geändert.

Während bei dem Förderantrag die Kooperation der Datenfusion als Teil des Systemhauses mit der Radarabteilung im Mittelpunkt der Strategie stand, steht jetzt die Kooperation mit Geo Intelligence im Mittelpunkt. Airbus Defence and Space hat sein Sensorhaus an einen Investor verkauft und besitzt "nur" noch eine Minderheitsbeteiligung. Die Kooperationen zwischen dem Systemhaus und dem Sensorhaus existieren zwar weiter, sind aber etwas in den Hintergrund gerückt.

Airbus hat das Systemgeschäft aus ex-Cassidian mit dem Satellitengeschäft aus ex-Astrium zu einem neuen Bereich innerhalb von Defence and Space zusammengefaßt. Dieser Bereich nennt sich Intelligence und soll die Bereiche Systeme und Geo eng verknüpfen. Diese formale Zusammenarbeit deckt sich natürlich komplett mit der in PASSAGES schon praktizierten Kooperation.

Für Airbus ist grundsätzlich die Überwachung, Kontrolle und Verbesserung der Verkehrssicherheit von Schiffs- (Boden) und Luftverkehr (bzw. Aktivitäten) von hohem geschäftlichen Interesse. Diese Tatsache hat sich gegenüber dem Förderantrag nicht geändert. Geändert haben sich nur die Sensoren. Während vorher die Radare und optischen Sensoren im Fokus waren, sind es jetzt Satelliten (Radar und Optik), UAV (Unmanned Air Vehicles), HAPS (High Altitude Pseudo Satellites) und andere fliegende Plattformen. In diesem Bereich arbeitet die Airbus jetzt konsequenter zusammen, als es vorher der Fall war.

Aber auch diese neue Entwicklung deckt sich sehr gut mit den Erkenntnissen von PASSAGES. Die Überwachung eines so großen Gebietes wie die Nordwest-Passage ist mit bodengestützten Sensoren wie Radare oder optischen Sensoren nicht möglich, bzw. nicht finanzierbar. Hinzu kommen die fehlende Infrastruktur im Norden Kanadas und die extremen klimatischen Bedingungen.



- Das zu überwachende Gebiet ist größer als das komplette Europa.
- Die Infrastruktur wie Strom, Straßen, Bahnverbindungen, Telefon, Internet etc. ist nur in den 5% von Kanada ausreichend, in denen 95% der Bevölkerung leben.
- Nördlich des 60° Breitengrades ist eine stabile Infrastruktur so gut wie nicht gegeben.
- Bodengebundene Sensoren können nur an Orten mit entsprechender Infrastruktur eingerichtet werden. Diese ist an einigen speziellen Punkte, Orten möglich, die an Engpässen der NWP liegen, sogenannten Choke Points.

Eine weitere Erkenntnis aus dem Projekt ist, daß sich die kanadischen Behörden für die Durchfahrt der NWP nicht wirklich interessieren. Das Hauptinteresse Kanadas liegt im sogenannten "Declinational Traffic", also der Verkehr innerhalb des kanadischen Bereiches. Dieser Verkehr dient dazu die im Norden vorkommenden Bodenschätze abzubauen. Dazu müssen Menschen und Versorgung per Schiff in die entlegenen Gebiete gebracht werden und die Bodenschätze und der angefallene Müll wieder abtransportiert werden.

Für ein Überwachungssystem macht diese Nutzung der Gewässer keinen Unterschied, es muß lediglich bei der Auswahl der Fahrtrouten beachtet werden.

Die Ausweitung des geographischen Bereiches von der NWP zum trans-arktischen Bereich bleibt unverändert bestehen. Weiterhin hat sich herausgestellt, daß ein System wie es in PASSAGES analysiert wurde, auch in nicht-arktischen Bereichen Anwendung finden kann. Im arktischen Bereich ist die Abdeckung durch Satelliten allerdings deutlich besser, da nahezu alle Satelliten eine Umlaufbahn um den Nordpol haben und daher natürlich im hohen Norden engere Bahnen haben, die eine bessere Abdeckung erlauben. Das Konzept ist aber auch in Regionen des Äquators oder inmitten eines Ozeans machbar, also in Gebieten die "nur" von Satelliten aus gesehen werden.

Weiterhin ist eine Verwertung von Teilkomponenten in den Datenempfangsstationen der Airbus Geo möglich. Die Zusammenführung von Satellitendaten mit AIS Daten könnte hier auch genutzt werden.

Ein komplettes System mit Anbindung von Satelliten (Radar + Optisch), AIS, bodengebundenen Sensoren (Radar, Optisch), Taktischen Datenlinks und "Open Source Intelligence" Daten kann zu einem Maritimen Operationszentrum ausgebaut werden. Hier würde ein sehr guter Beitrag zur Maritimen Sicherheit geleistet werden können (Stichworte: NMMT, CISE, Frontex, Lagezentrum in Bremerhaven, etc.).

Das System kann sowohl militärisch, zivil oder kombiniert genutzt werden.

Wo werden die Ergebnisse verwertet?

Die Ergebnisse werden in dem neuen Bereich "Intelligence" der Airbus Defence and Space verwertet werden.

Wie ist der Zeithorizont der Verwertung?

Die Airbus Defence and Space GmbH wird in ihrem Bereich Intelligence dieses Thema auch weiterhin verfolgen. Für ein serienreifes System sind 2 – 5 Jahre anzusetzen, je nach Anforderungen des Kunden.

2.4.1.3 Fazit

Der Verwertungsplan hat sich geändert aber nur zum positiven des Projektes. Das Anwendungsspektrum ist größer geworden durch die Kooperation mit den Kollegen aus Airbus Geo. Der gesamte Bereich der Maritimen Sicherheit ist jetzt in den Fokus von PASSAGES gerückt.

Auch wenn aktuell noch keine direkten Geschäftsmöglichkeiten in der NWP gegeben sind, so ist das Interesse trotzdem vorhanden und es muß weiterhin versucht werden, das Konzept dort vorzustellen.

2.5 Eingehende Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Auf dem Gebiet der "Surveillance" in arktischen Regionen sind in den letzten Jahren einige Aktivitäten speziell von kanadischen Firmen durchgeführt worden. Diese Aktivitäten beziehen sich auf Teilaspekte des "Surveillance", wie z.B. die zur Verfügung Stellung von AIS-Daten sowie der Satellitenüberwachung.

Die Firmen exactEarth und SPIRE stellen ihre weltweiten **AIS Daten** den globalen Nutzern gegen eine Nutzungsgebühr zur Verfügung. Hierbei stehen bei exactEarth nicht nur Rohdaten sondern auch vorausgewertete Daten sowie historische Daten der letzten 5 Jahre zur Verfügung. Airbus steht mit beiden Firmen in Kontakt und testet diese Daten.

MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd) in Kanada und Airbus Geo in Europa stellen neben ihren **Satellitenbildern** mehr und mehr auch vorausgewertete Daten über Schiffe, Eisberge, Wind+Wetter und Ölspuren zur Verfügung. Airbus ist mit beiden Firmen in Kontakt, um diese Daten zu nutzen.

2.6 Eingehende Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11

- Dalhousie Homepage : <http://passages.ie.dal.ca/Publications.html>

Der Projektpartner Dalhousie University in Halifax hat auf ihrer Internetplattform auch eine Seite für PASSAGES eingerichtet. Hier sind Informationen speziell zu den Anteilen der Dalhousie University aufgeführt.

- Im Rahmen der PtJ Statustagung 2016 wird auch über PASSAGES berichtet. Neben der ca. 20-minütigen PowerPoint Präsentation am 8. Dezember ist eine Veröffentlichung in einem Tagungsband vorgesehen. Der Tagungsband soll den Teilnehmern der Statustagung zu Beginn der Veranstaltung ausgehändigt werden, so daß Ihre Veröffentlichung noch deutlich vor der Tagung benötigt wird.
Der Tagungsband soll auch eine ISBN Nummer erhalten und über den Jülicher open access-Server JUWEL online und kostenfrei als pdf zugänglich sein. Der Band würde damit als vollwertige Publikation zählen.

3 Anlage : Erfolgskontrollbericht

Siehe Extradokument