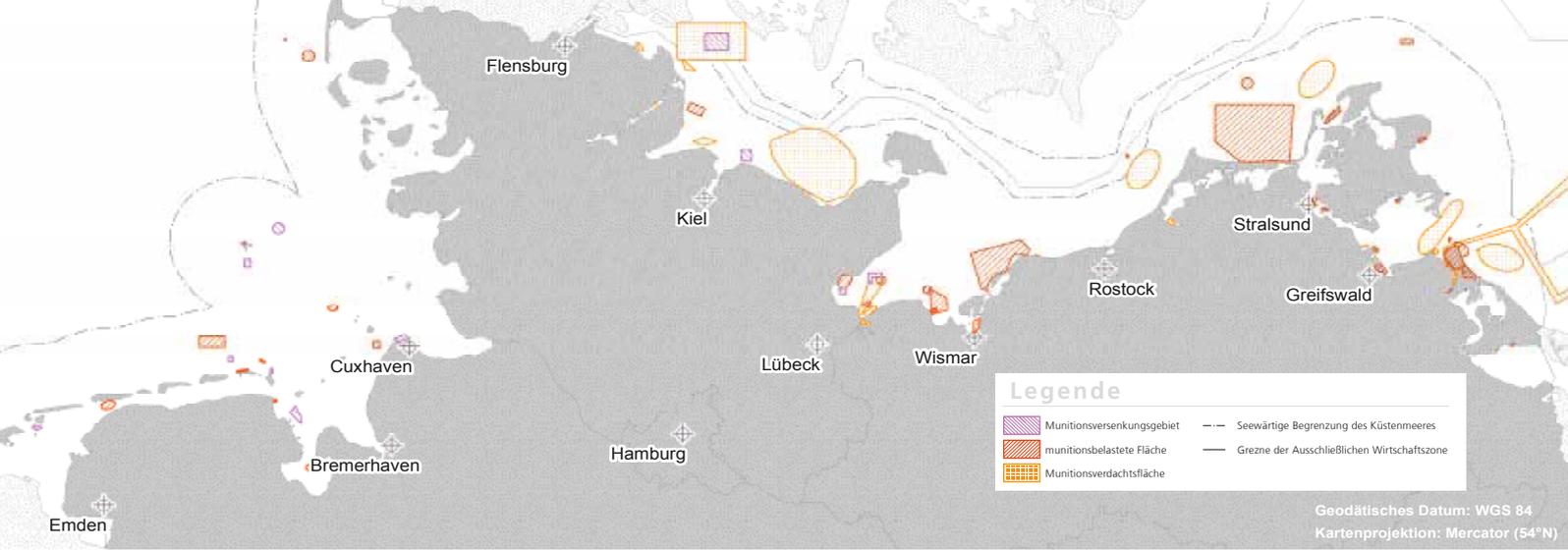


RoBEMM

ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES ROBOTISCHEN UNTERWASSER-BERGUNGS- UND ENTSORGUNGSVERFAHRENS





MUNITION IM MEER – EXPLOSIVES ERBE

Aktuellen Schätzungen nach lagern heute noch ca. 1,6 Millionen Tonnen Munition in der Nord- und Ostsee, wobei ein Großteil dieser Kampfmittel aus der Demilitarisierung Deutschlands nach Ende des 2. Weltkriegs stammt. Problematisch hierbei ist die Tatsache, dass die von den Alliierten gecharterten Schiffe die gefährliche Fracht oft schon auf dem Weg in die ausgewiesenen Versenkungsgebiete entsorgten. Dadurch bestehen häufig keine genauen Aufzeichnungen der tatsächlichen Position der Kampfmittel. Durch Strömungen und der damit einhergehenden Erosion sowie der Salinität der Meere wird die Munitionshülle immer weiter abgetragen beziehungsweise korrodiert. Verschiedene toxische und teils krebserregende Stoffe gelangen dabei ins Wasser und bringen ein gewisses Maß an Umweltbelastungen mit sich.

Aufgrund des Zustandes mariner Kampfmittel und angesichts der großen, darin enthaltenen Sprengstoffmengen besteht ein enormes Gefahrenpotential für Flora und Fauna sowie das bei einer Bergung beteiligte Personal. Resultierend erfolgt daher meistens die Verbringung »störender« Objekte oder deren Sprengung. Der dabei betriebene Aufwand, der gerade beim Bau von Offshore-Windparks immer häufiger erfolgt, und die damit verbundenen Mehrkosten haben die Notwendigkeit für Alternativen bestärkt. Daher ist das erklärte Ziel des Vorhabens RoBEMM (Entwicklung und Erprobung eines robotischen Unterwasser Bergungs- und Entsorgungsverfahrens inklusive Technik zur Delaboration von Munition im Meer, insbesondere im Küsten- und Flachwasserbereich), einen sinnvollen Verfahrensweg und die dazugehörige Technik zu entwickeln, um die Freilegung und thermische Beseitigung der Kampfmittel vor Ort ohne detonative Umsetzung zu ermöglichen und nur mit Metallschrott an Land zurückzukehren.

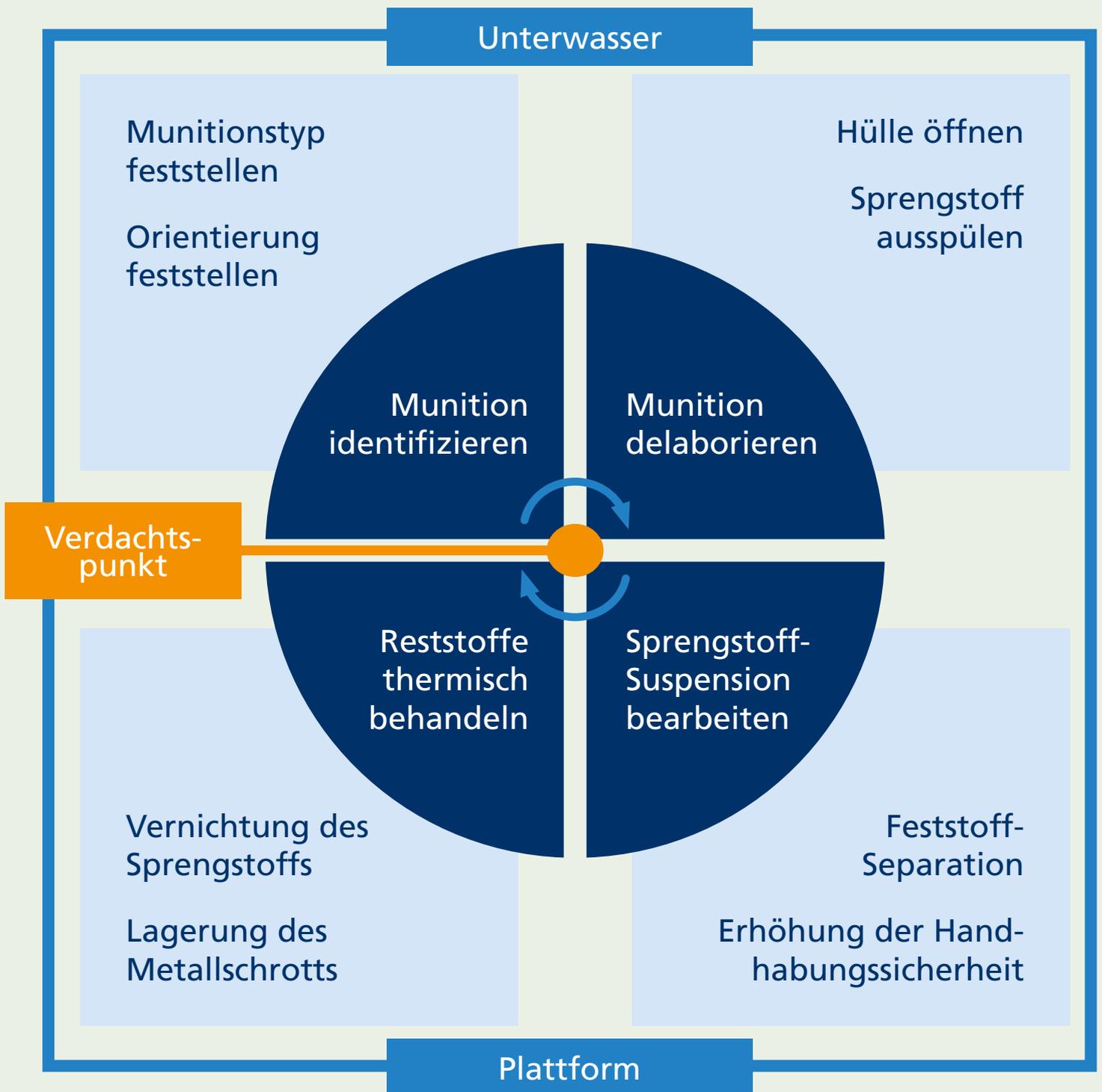
Das Fraunhofer ICT befasst sich seit über 60 Jahren mit der Charakterisierung und Untersuchung von explosionsgefährlichen Stoffen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen sind die Basis für ein grundlegendes Verständnis sicherheitstechnischer Fragestellungen im Bereich energetischer Systeme. Daher befasst sich das Institut im Rahmen des F&E-Vorhabens RoBEMM mit der sicherheitstechnischen Auslegung der Prozesskette vom Munitions- und Sprengstoffhandling zur Entsorgung (kurz: SIMSE). Fundament der Betrachtungen sind sicherheitstechnische Untersuchungen der damals verwendeten Explosivstoffgemische, aus denen Konzepte und Prozessparameter für das angestrebte Verfahren abgeleitet werden sollen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Bestimmung der Zusammensetzung des Sprengstoffs, um arbeitssicherheitsbezogene Risiken abklären zu können.

Generelle Untersuchungen zur Charakterisierung von Explosivstoffen:

- Messung der Detonationsgeschwindigkeit
- Lagerstabilitätsbestimmung
 - Selbstentzündungstemperatur
 - Holland-Test
- Schlag- und Reibempfindlichkeit
- Koenen-Test zur Bestimmung der Empfindlichkeit gegenüber Temperaturerhöhung
- GAP-Test zur Messung des Initiierungsdrucks
- Dynamische Differenzkalorimetrie

Verfahren zur Bestimmung der Zusammensetzung:

- Gaschromatographie
- Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
- Ionenchromatographie
- Röntgendiffraktometrie





Generell gelten Stoffe, deren Schlagempfindlichkeit kleiner als 40 Nm ist, als empfindlich und ab einem Wert kleiner als 4 Nm als sehr empfindlich. Die ersten Ergebnisse der Schlagempfindlichkeitsuntersuchungen zeigen, dass fast alle Proben aus marinen Kampfmitteln schlagempfindlich sind.

Anhand dieser Sensitivitätswerte lässt sich ableiten, dass im Verfahren nur Anlagenkomponenten, beispielsweise Pumpen, mit geringer mechanischer Beanspruchung eingesetzt werden sollten.

Von Anfang an sind Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes in das Sicherheitskonzept eingeflossen, um eine möglichst ganzheitliche Erfassung aller für das Projekt relevanten Einflüsse zu berücksichtigen.

Zentrales Element der Auslegung ist die Erhöhung der Handhabungssicherheit aller im System befindlichen Explosivstoffe. Hierzu zählen die Phlegmatisierung des Sprengstoffs am Anfang des Delaborierungsprozesses mittels Wasser und eine anschließende Zerkleinerung der in der Suspension befindlichen Explosivstoffpartikel unter den kritischen Durchmesser.

Dieser Durchmesser stellt eine für jeden Sprengstoff charakteristische Größe dar und definiert die Grenze, ab der keine Massendetonation mehr einsetzt und nur noch Teile des Explosivstoffs umsetzen und keine Reaktionsweiterleitung mehr stattfindet.

Zu erwartende Ergebnisse sind:

- statistische Charakterisierung und Quantifizierung der Munitionsinhaltsstoffe
- Auswahl geeigneter Anlagenkomponenten
- Klärung, inwieweit Stand der Technik verwendet werden kann und wo bedarfsgerechte Entwicklung notwendig ist
- Erstellung eines verfahrens- und sicherheitstechnischen Konzepts

BILDER LINKE SEITE

Bilder aus der Lehrmittelsammlung des Kampf-mittelräumdienstes Schleswig-Holstein. Links: Ankertaumine EMA/B. Mitte: Britische Grundminen. Rechts: Wasserbombe.

Untersuchung der Schlagempfindlichkeit verschiedener Proben.

	Schlagempfindlichkeit [Nm]
Torpedokopf	25
Ankertaumine	25
Grundmine britisch (Mark IV)	50
Grundmine britisch Boosterladung (Mark IV)	7,5
OS 9 (herausgespültes Material ohne Zuordnung)	6
Reines TNT ²	15
Bleiazid (Initialsprengstoff) ²	2,5 – 4

² Köhler J., Meyer R., Homburg A. (2008) Explosivstoffe. 439 Seiten, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage 10, ISBN 978-3527320097



PROJEKTPARTNER

Boskalis Hirdes

- Erkundung von Kampfmitteln am Meeresboden
- Bergung von Kampfmitteln
- Vernichtung von Kampfmitteln

automatic Klein

- Engineering und Automation von Anlagen
- Planung und Bau von Mess-, Regel- und Steuerungsanlagen

Universität Leipzig

- Umweltmanagement
- Ressourcenmanagement
- Qualitätssicherung



FÖRDERMITTELGEBER

Das Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Fördernummer 03SX403A.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BILDER

*BAM-Fallhammer und Sprengstoffproben
aus einer Ankertaumine.*

ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES
ROBOTISCHEN UNTERWASSER-BERGUNGS-
UND ENTSORGUNGSVERFAHRENS

**Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT**

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

Ansprechpartner

Paul Müller
Telefon +49 721 4640-754
paul.mueller@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de