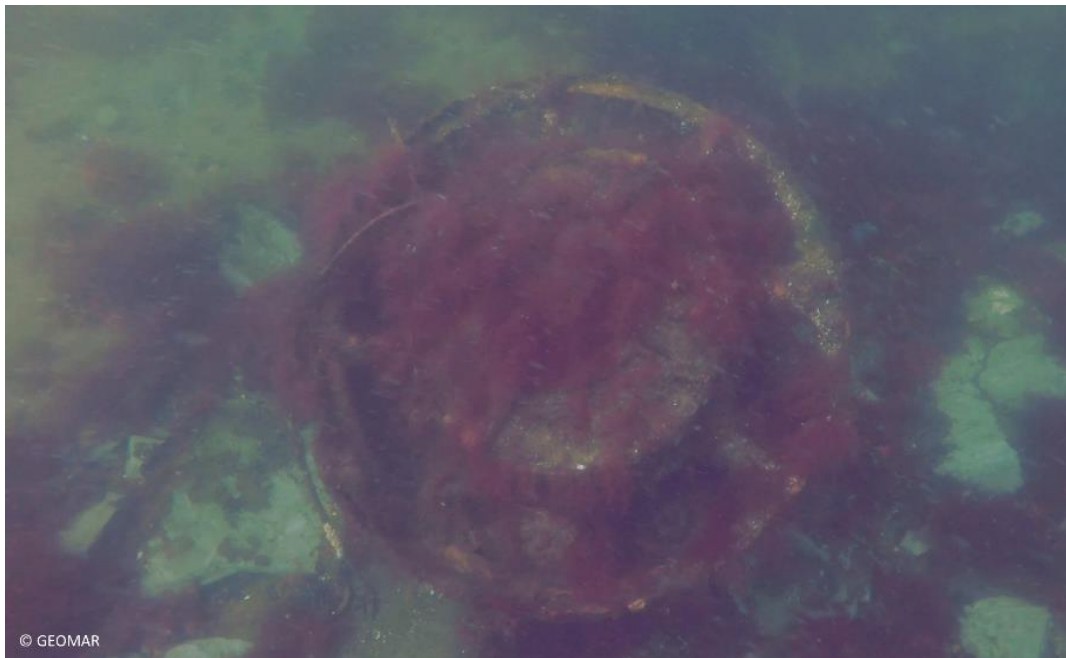

ROBOTISCHES UNTERWASSER-BERGUNGS- UND ENTSORGUNGSVERFAHREN INKLUSIVE TECHNIK ZUR DELABORATION VON MUNITION IM MEER - ROBEMM

Charakterisierung von Explosivstoffen

Bad Kissingen 2017

Paul Müller



Projektlaufzeit:

10/2015 – 09/2018

Projektleitung:

Heinrich Hirdes EOD
Services GmbH

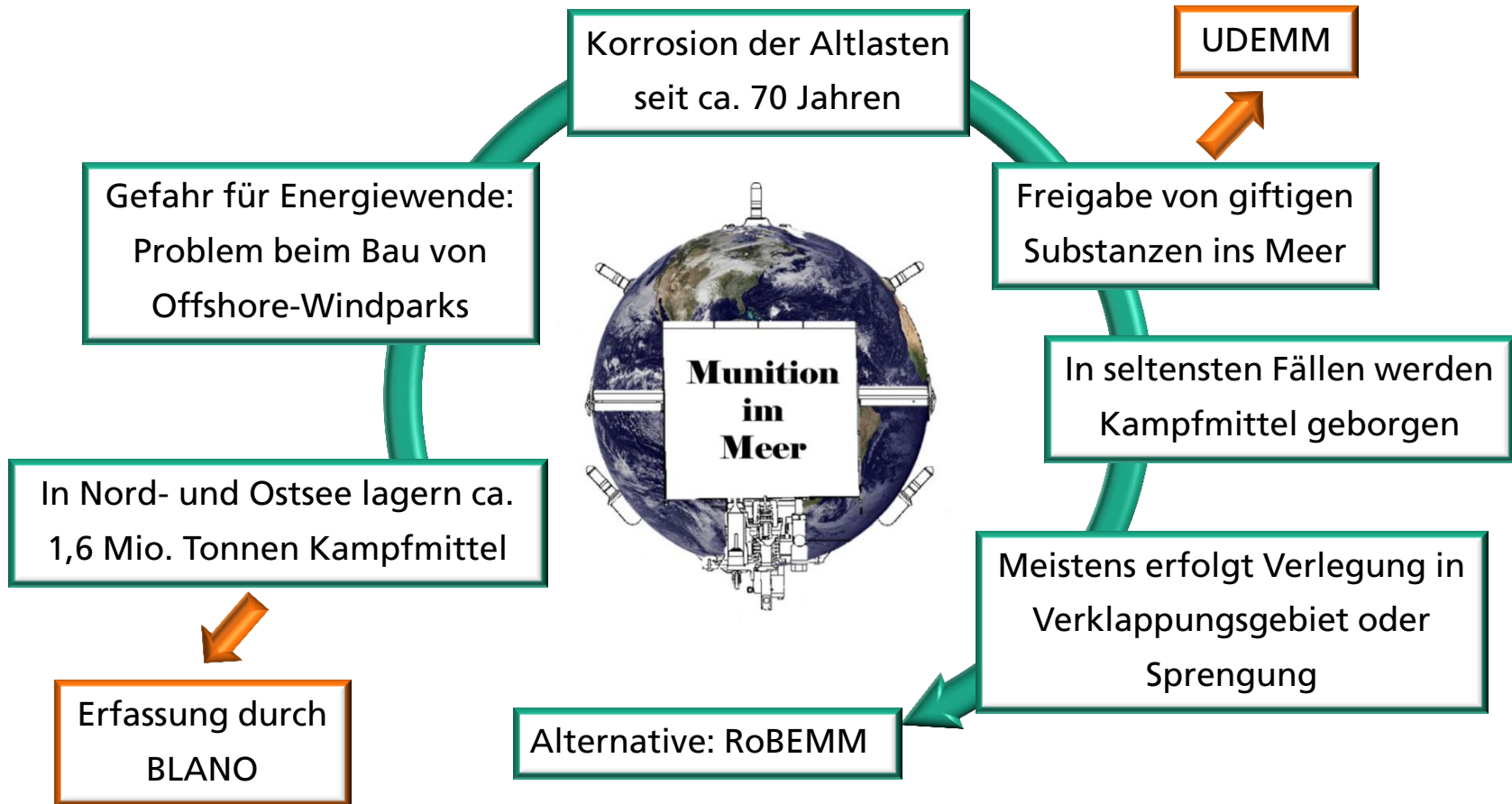
Fördermittelgeber:

BMWi

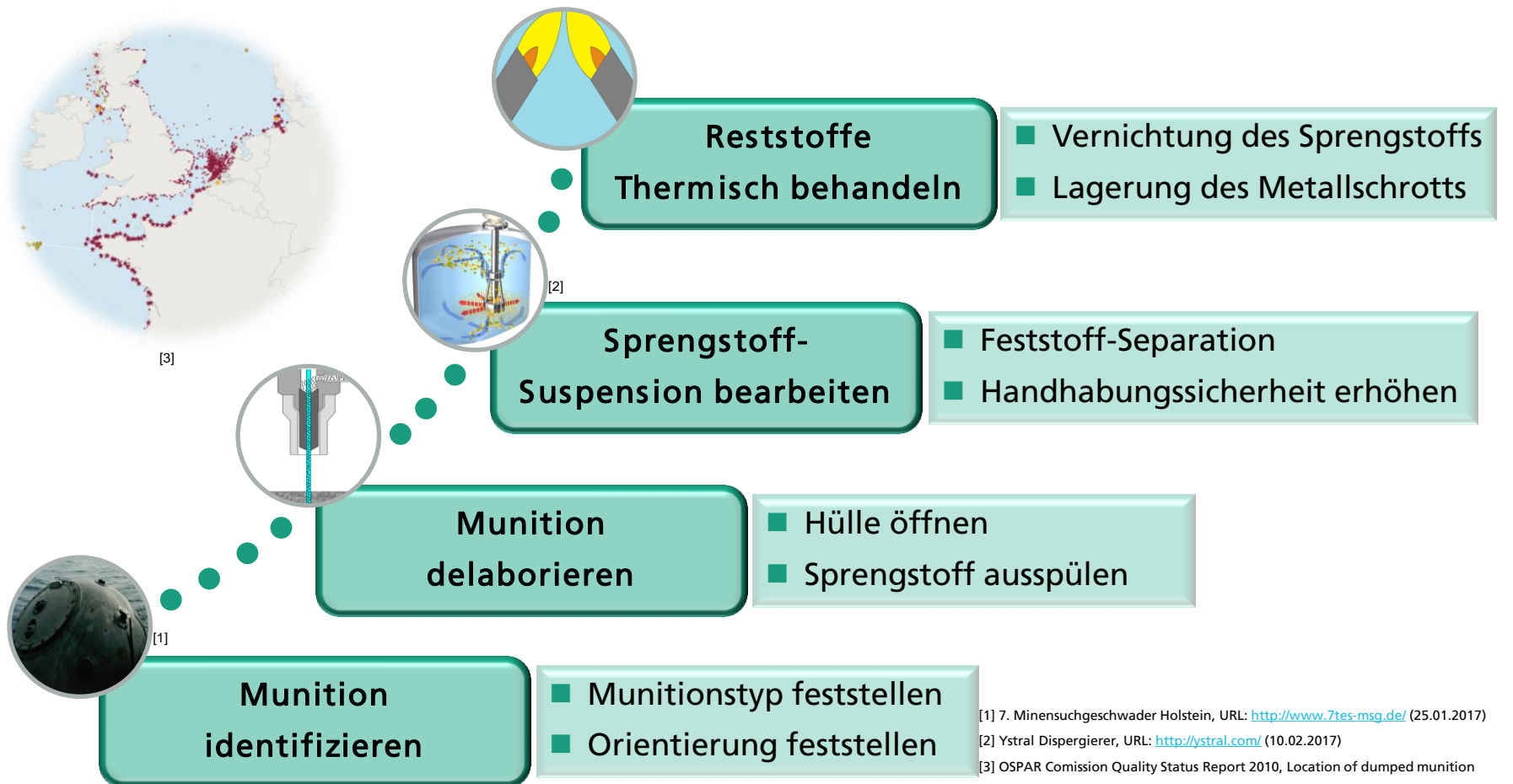
AGENDA

- Projekthintergrund RoBEMM
- Projektbeschreibung RoBEMM
- Charakterisierungsmöglichkeiten
 - Reib- und Schlagempfindlichkeit
 - Zusammensetzung mittels GC und HPLC
 - Lagerstabilität/Alterungserscheinungen
- Ausblick

PROJEKTHINTERGRUND



ROBEMM - PROJEKTbeschreibung



[1] 7. Minensuchgeschwader Holstein, URL: <http://www.7tes-msg.de/> (25.01.2017)

[2] Ystral Dispergierer, URL: <http://ystral.com/> (10.02.2017)

[3] OSPAR Commission Quality Status Report 2010, Location of dumped munition reported 1999-2008 URL: http://qsr2010.ospar.org/en/ch09_09.html (10.02.2017)

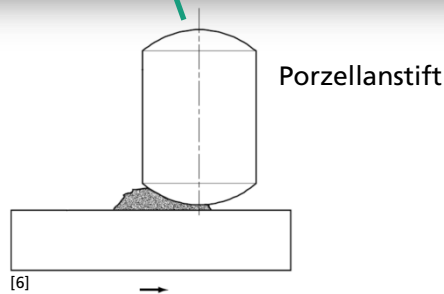
CHARAKTERISIERUNG VON EXPLOSIVSTOFFEN - ÜBERSICHT

- Sensitivität verschiedener Proben
 - Reib- und Schlagempfindlichkeit
- Untersuchungen der Proben aus einer Ankertaumine
 - Nominelle Zusammensetzung von Ankertauminen
 - Tatsächliche Zusammensetzung mittels:
 - Gaschromatographie (GC)
 - Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)
- Untersuchungen der Selbstentzündungstemperatur

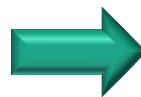
REIBEMPFFINDLICHKEIT



[5]



Probe	Reibempfindlichkeit [N]
Torpedokopf	360
Ankertaumine	360
Grundmine britisch Mark VI	360
Grundmine britisch Mark IV	360
Grundmine britisch Boosterladung MarkIV	360
OS 9 keinem Kampfmittel zugeordnet	360
Reines TNT [4]	360



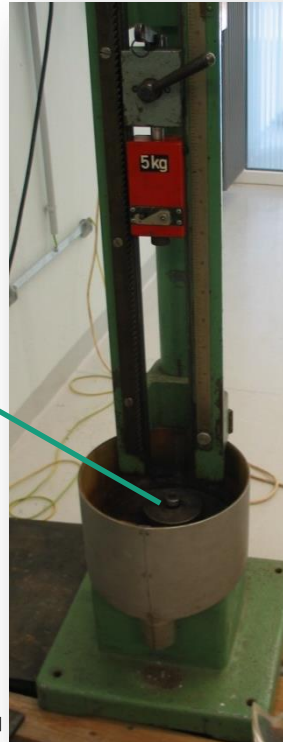
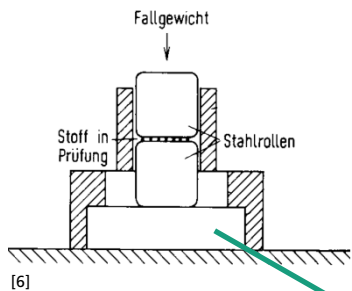
Alle Proben sind reibunempfindlich

[4] Köhler, Meyer, Homburg: Explosivstoffe (2008)

[5] Fraunhofer ICT - BAM - Reibapparatur

[6] BAM – Empfehlungen für die Beförderung gefährlicher Güter: Handbuch über Prüfungen und Kriterien (2015)

SCHLAGEMPFFINDLICHKEIT



Probe	Schlagempfindlichkeit [Nm]
Torpedokopf	25
Ankertaumine	25
Grundmine britisch Mark VI	50
Grundmine britisch Mark IV	50
Grundmine britisch Boosterladung MarkIV	7,5
OS 9 keinem Kampfmittel zugeordnet	6
Reines TNT [4]	15



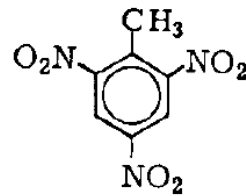
Fast alle Proben sind schlagempfindlich

[7] Fraunhofer ICT - BAM - Fallhammer

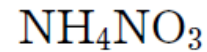
NOMINELLE ZUSAMMENSETZUNG VON ANKERTAUMINEN

■ Zusammensetzung laut Literatur [4]

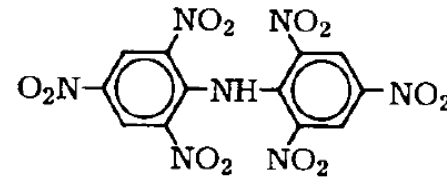
- 45% Trinitrotoluol (TNT)



- 30% Ammoniumnitrat (AN)



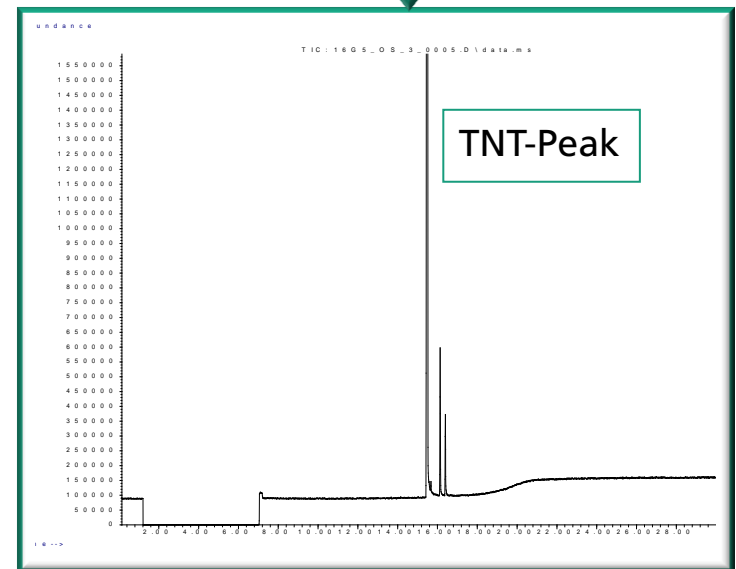
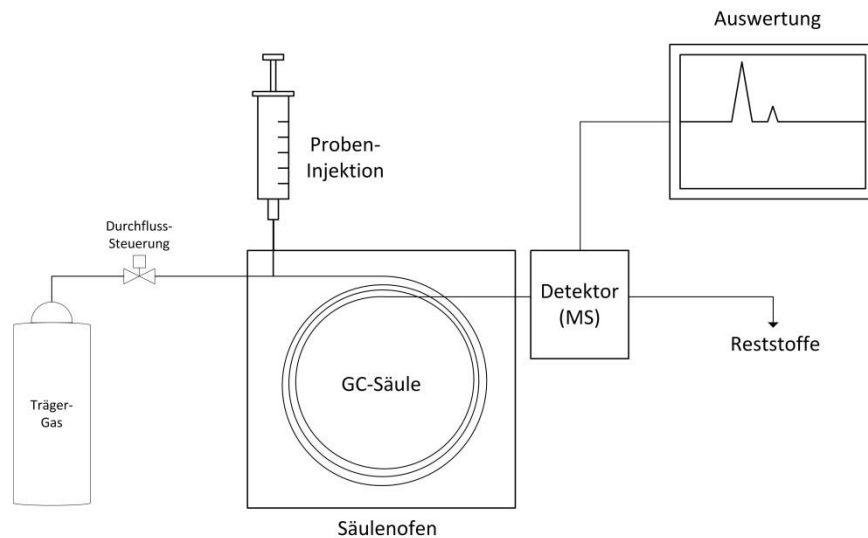
- 5% Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)



- 20% Aluminium (Al)

Gemisch wird als Schießwolle 39 bezeichnet

GC - PRINZIP



- Auftrennung von Gemischen je nach Siedepunkt und Wechselwirkung mit stationärer Phase in Säule (abhängig von Polarität, Dampfdruck)
- Nur anwendbar auf Komponenten die ohne Zersetzung verdampfen
- Bestimmung des Austrittszeitpunkts und der Menge am Detektor (Massenspektrometer)

GC - ERGEBNISSE

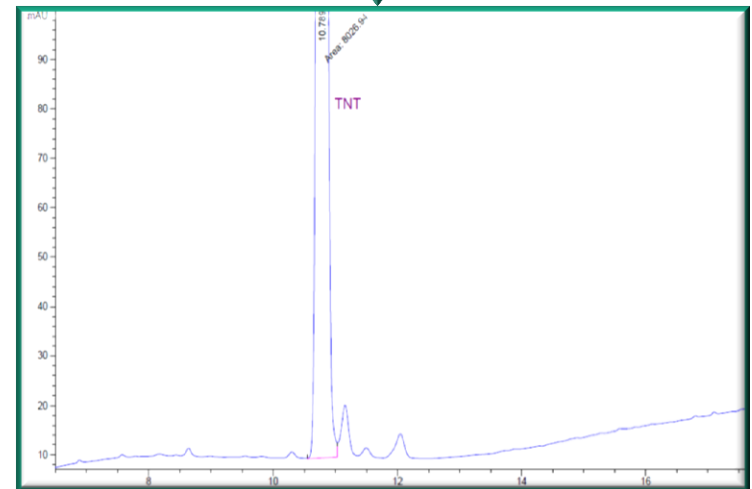
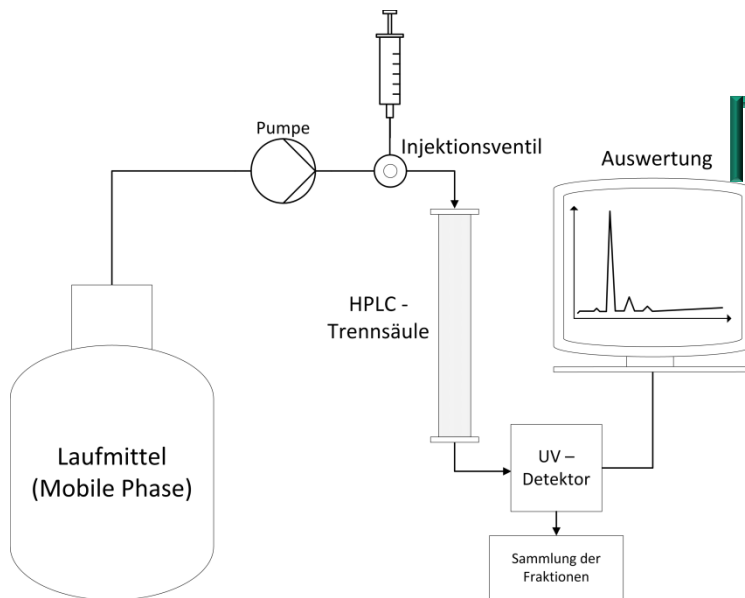


Probe	Einwaage [mg/ml]	TNT in Gew. %
OS 3-2	0,022	72,7
OS 3-3	0,029	71,8
OS 3-4	0,026	62,0
OS 3-5	0,023	69,8
Literatur [4]		45



Alle Proben haben einen größeren Anteil an TNT als aus Literatur vermutet

HPLC - PRINZIP



- Auftrennung von Gemischen je nach Wechselwirkung mit stationärer Phase in Säule (abhängig von Polarität)
- anwendbar auch auf nicht flüchtige Substanzen
- Bestimmung des Austrittszeitpunkts und der Intensität des Strahlendurchgangs (UV-Detektor)

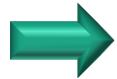
HPLC - ERGEBNISSE

Keine Zuordnung
Zu Kampfmitteln
möglich

Probe	TNT *	Hexyl**	RDX
Ankertaumine	+	-	n. u.
OS 9	+	12,6	n. u.
OS 10	+	15,3	+
Literatur [4]	45	5	-

* Ergebnis rein qualitativ, da schon mit GC bestimmt

** Erste Abschätzungen ohne Kalibrierung



Großteil des wasserlöslichen Ammoniumnitrats bei OS 9/10 ist ausgespült



Dieser Umstand erklärt höheren Anteil an Hexyl in Proben

SELBSTENTZÜNDUNGSTEMPERATUR - ERGEBNISSE

Probe	Selbstentzündungstemp. [°C]
Torpedokopf	264
Ankertaumine	287
Grundmine britisch Mark IV	276
OS 9	283
OS 10	277
Reines TNT	300

Generell gilt:

- Abnahme der SET bedeutet Zunahme der Empfindlichkeit gegenüber Temperaturerhöhungen
 - Grund sind Alterungserscheinungen des Explosivstoffs
 - Zersetzungsreaktionen
 - Autokatalyse
- Zusammen mit Massenabnahme bei Lagerung bei bestimmter Temperatur (105°C) kann man eine Lagerzeitvoraussage treffen

ALTERUNGERSCH EINUNGEN

- Alterung von Explosivstoffen bedeutet allgemein Zunahme der
 - Empfindlichkeit bei Schlag- und Reibbeanspruchung
 - Empfindlichkeit gegenüber Druckveränderungen
 - Empfindlichkeit gegenüber Temperaturänderungen
 - Selbstentzündungstemperatur (SET) nimmt ab

Alterungserscheinungen erhöhen das Gefahrenpotential und haben immensen Einfluss auf den Umgang mit Altlasten

➔ Einfluss auf das vorgesehene Delaborierungs- und Entsorgungsverfahren von RoBEMM

AUSBLICK

- Durchführung von Detonationsweiterleitungs-Tests
- Durchführung der Untersuchungen an weiteren Proben
- Konkretisierung des sicherheitstechnischen Konzepts anhand der gewonnenen Ergebnisse