

Journal of Applied Hydrography

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

06/2026

HN 134

Hydrographie
im Kontext der
Nachhaltigkeit



Beiträge vom
38. Hydrographentag
und DVW-Seminar



Erweiterte Perspektive

Einsatz von Fernerkundung in der maritimen Notfallvorsorge

Ein Beitrag von BJÖRN BASCHEK und ALINA ERMERTZ

Aktuell setzt das Havariekommando als operationelles Fernerkundungssystem zur Erkennung von Ölverschmutzungen auf dem Meer bzw. allgemeiner zur Unterstützung der maritimen Notfallvorsorge eine Kombination aus zwei Sensorflugzeugen vom Typ Do228 und einen Satellitendienst der europäischen Agentur für die Sicherheit des Seeverkehrs ein. So ist eine großflächige, effiziente Überwachung der Meere auf Oberflächenverschmutzungen möglich. Bei komplexen Schadenslagen liefern diese zudem wertvolle Überblicks- und Detailinformationen zur Bewertung und Bewältigung der Lage. Gerade live übertragene Video- und Sensorbilder zusammen mit Beobachtungen der erfahrenen Operateure haben sich als besonders wertvoll erwiesen. Die neue Generation der Mehrzweckschiffe der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung wird ergänzend mit weiteren Fernerkundungssystemen ausgestattet: neben einem Ölradar und einer stabilisierten Kamera mit optischem und thermalem Kanal werden unbemannte Flugsysteme (UAS bzw. Drohnen) wichtige Zusatzinformationen liefern.

Fernerkundung | maritime Notfallvorsorge | Ölverschmutzung | Drohne
remote sensing | maritime emergency preparedness | oil pollution | drone

The Central Command for Maritime Emergencies (in German: Havariekommando) currently employs a combination of two Do228 sensor aircraft and a satellite service provided by the European Maritime Safety Agency as an operational remote sensing system for detecting oil spills at sea and, more generally, to support maritime emergency preparedness. This enables large-scale, efficient monitoring of the seas for surface pollution. In complex emergency situations, these also provide valuable overview and detailed information for assessing and managing the situation. Live video and sensor images, in particular, combined with observations by experienced operators, have proven to be particularly valuable. The new generation of multi-purpose vessels operated by the Federal Waterways and Shipping Administration will be equipped with additional remote sensing systems: alongside an oil radar and a stabilised camera with optical and thermal channels, unmanned aerial systems (UAS or drones) will provide important supplementary information.

Autoren

Dr. Björn Baschek und Alina Ermertz arbeiten bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz.

baschek@bafg.de

1 Einleitung

Die operationelle Überwachung der deutschen Meeresgebiete auf Oberflächenverschmutzungen – insbesondere, wenn durch Öl verursacht – ist wichtiger Teil der Verantwortungen und Aufgaben des Havariekommandos. Das Havariekommando ist eine gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Küstenländer. Es gewährleistet ein gemeinsames Unfallmanagement auf Nord- und Ostsee. Das Havariekommando bündelt die Verantwortung für die Planung, Vorbereitung, Übung und Durchführung von Maßnahmen zur Verletztenversorgung, zur Schadstoffunfallbekämpfung, zur Brandbekämpfung, zur Hilfeleistung und zur Gefahrenabwehr bezogenen Bergung bei komplexen Schadenslagen auf See (Havariekommando 2026).

Die Küstengewässer und die Ausschließliche Wirtschaftszone sowie in Kooperation mit den Nachbarstaaten angrenzende Gebiete werden

regelmäßig für das Havariekommando durch das Marinefliegergeschwader 3 »Graf Zeppelin« mit zwei Sensorflugzeugen vom Typ Do228 überflogen. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ist zuständig für die Sensorik der Ölüberwachungsflugzeuge und berät das Havariekommando darüber hinaus zu Fragen der Fernerkundung in der maritimen Notfallvorsorge.

Das Sensorsystem der Ölüberwachungsflugzeuge ist auf die Erkennung von Ölverschmutzungen auf dem Meer optimiert, bietet aber gleichzeitig eine wesentliche Informationsquelle für verschiedenste Arten von Schadenslagen. Es wird in Kapitel 2.2 zusammen mit Beispieldaten vorgestellt. In Kapitel 2.1 erfolgt eine Vorstellung des auf Satellitendaten beruhenden CleanSeaNet-Dienstes zum großflächigen Monitoring von Nord- und Ostsee und zur Erzeugung von Vorwarnungen. Der Fokus von Kapitel 3 liegt dann auf der Vorstel-

lung der Möglichkeiten und Einsatzbereiche von UAS (unbemannte Flugsysteme bzw. Drohnen), die zukünftig für verschiedene Anwendungen der maritimen Notfallvorsorge (Kapitel 3.1 und 3.2.) als »erweiterte Perspektive« wertvolle, zusätzliche Informationen liefern werden.

2 Das heutige kombinierte Fernerkundungssystem mit Fokus auf der Erkennung von Ölverschmutzung

Beim Ablauf des operationellen Monitorings liefert oft ein großflächiges Satellitenbild eine erste Vorwarnung, wo sich eine mögliche Verschmutzung befindet. Diese wird dann je nach Ausprägung und Lage nach Möglichkeit von den Sensorflugzeugen gezielt kontrolliert. Letztere haben zudem den großen Vorteil, dass sie zusätzlich zeitlich unabhängige Flüge durchführen können. Dieses Zusammenspiel ermöglicht eine effektive großflächige Überwachung. Die Flexibilität und Mehrinformation durch das Sensorsystem und die Operateure der Flugzeuge sind insbesondere während und nach einer Schadenslage von entscheidender Bedeutung.

2.1 Großflächiges Monitoring durch Radarsatelliten

Großflächige Radarsatellitenbilder können typischerweise einen guten Überblick über eine Fläche von bis zu 400 km × 400 km Meeresfläche und eine weitgehend automatisierte Vorwarnung

auf mögliche Verschmutzungen bieten – und das unabhängig von Bewölkung (Gade und Baschek 2012). Über den CleanSeaNet-Dienst (Carpenter 2015; Diavidnia und Del Rio Vera 2012) der Europäischen Agentur für die Sicherheit des Seeverkehrs steht den zuständigen Behörden dank einer performanten Prozessierungskette in der Regel innerhalb weniger als einer halben Stunde nach Satellitenüberflug ein ausführlicher Bericht mit möglichen Verschmutzungen und relevanten Metadaten zur Verfügung. Die Radaraufnahmen visualisieren Glättungsbereiche von der sonst bei entsprechenden Windbedingungen aufgerauten Wasseroberfläche. Es finden Abschätzungen der Wahrscheinlichkeiten statt, dass die beobachteten Effekte durch Verschmutzungen von Öl oder anderen Substanzen hervorgerufen wurden. Aufgrund der Gefahr von Fehlmeldungen (zum Beispiel ausgehend von falsch beurteilten windstillen Bereichen oder natürlichen Oberflächenfilmen) wird bis zu einer Überprüfung durch die Sensorflugzeuge in der Regel von »möglichen« Verschmutzungen geredet.

2.2 Sensorik der Ölüberwachungsflugzeuge mit Beispieldaten

Die beiden Sensorflugzeuge des Typs Dornier 228 (Do228) sind mit Sensorsystemen ausgestattet, die speziell für die Detektion und Charakterisierung von Öl entwickelt wurden (siehe [Tabelle 1](#);

Sensorik	Anwendung	Vorteil	
Side Looking Airborne Radar (SLAR) Auflösung: ca. 60 m × 40 m	Lokalisierung und Ausdehnung möglicher Verschmutzung auf der Wasseroberfläche im Fernbereich (ca. 25 km)	Aktives System: Monitoring durch Bewölkung hindurch und bei Nacht	
VIS (RGB) Auflösung: wenige Meter bei Standardflughöhe	Schichtdickenabschätzung im Nahbereich (ca. 250 m)	Schichtdickeninformation über Farbcode (BAOAC)	
IR (8 bis 12 µm) Auflösung: wenige Meter bei Standardflughöhe	Hotspots, dickere Bereiche im Nahbereich (ca. 250 m)	Einsatz auch bei Nacht	
UV (0,28 bis 0,38 µm) Auflösung: wenige Meter bei Standardflughöhe	Ausdehnung im Nahbereich (ca. 250 m)	Auch dünne Ölfilme sichtbar	
EO/IR (elektro-optisches/Infrarot)	Detaillierte Foto- und Videoaufnahmen mit hohem Zoomfaktor und hoher Stabilität	Schneller Überblick und Flexibilität, hohe Auflösung. Infrarotkanal auch bei Nacht	
Fotokamera Nikon D5	Optischer Eindruck	Details sichtbar, zum Beispiel kleine Objekte, Schriftzüge	

Tabelle 1: Hauptsensorik zur Detektion und Charakterisierung von Ölverschmutzungen auf dem Meer. Der Bonn Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) ist ein standardisiertes visuelles Klassifikationssystem, das anhand von Farb- und Erscheinungsmerkmalen die Dicke von Ölfilmen auf Wasser aus der Luft abschätzt (Bonn Agreement 2022)

Baschek et al. 2015; Gade und Baschek 2012). Dabei hat jeder Sensor seinen eigenen vorteilhaften Einsatzbereich, sodass das Zusammenspiel entscheidend ist. Die Kombination aus spezieller Sensorik und erfahrenen Operateuren an Bord der Flugzeuge sorgt in den meisten Fällen für eine zuverlässige Unterscheidung zwischen Öl bzw. ähnlichen Substanzen und natürlichen Effekten. Neben den hochauflösenden Routineüberwachungen ermöglicht das System ein Monitoring im Schadensfall – speziell als Hilfsinstrument bei der Bekämpfung von austretendem Öl oder Bränden an Bord von havarierten Schiffen. Die Fähigkeit eines Livestreams der aufgenommenen Daten in den Stab des Havariekommandos ist ein wertvolles Mittel, um dem Krisenstab in Schadenslagen entscheidende Informationen in Echtzeit zur Verfügung zu stellen.

Die Daten der Sensoren stehen den geschulten und erfahrenen Operateuren im Flugzeug unmittelbar zur Begutachtung zur Verfügung. Für Bedienung und Auswertung steht hierbei eine zentrale Auswertestation zur Verfügung. Die integrierte Seekarte ermöglicht eine georeferenzierte Darstellung der Daten der Zeilenscanner. Mit Hilfe von Satellitenkommunikation können zudem ausgewähl-

te Lagebilddarstellungen oder auch Livebilder und -videos an den Havariestab übertragen werden.

3 Erweiterte Perspektiven – Möglichkeiten für den Mehrzweck Einsatz von UAS für die maritime Notfallvorsorge

Unbemannte Flugsysteme (UAS), das heißt Drohnen mit verschiedener Sensorik, haben in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung vollzogen. Dies betrifft sowohl die technische Weiterentwicklung und Reife von Fluggeräten und Sensorik als auch die Benutzerfreundlichkeit und eingeführte Regularien zum Einsatz. Über das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Weser-Jade-Nordsee wurde eine erste Drohne zu Erprobung für das Mehrzweckschiff *Mellum* beschafft. Gerade das Umfeld auf einem Schiff in Bewegung bringt eine Reihe von Herausforderungen mit sich, bietet aber auch große Chancen für die Anwendung. UAS ergänzen den alltäglichen Einsatz von Satellitendiensten und den Überwachungsflugzeugen Do228 um neue Fähigkeiten und vor allem erweiterte Verfügbarkeiten. So liefern die UAS eine erweiterte Perspektive und eine verbesserte Entscheidungsgrundlage bei verschiedensten Schadenslagen.



Quelle: MZS Mellum/WSV

Abb. 1: Beispielbilder von UAS-Einsätzen von dem Mehrzweckschiff *Mellum* aus.
 Oben: Thermalaufnahme und Foto von der *Mellum*.
 Unten links: Erfolgreiche Suche und Begutachtung eines losgerissenen Seezeichens.
 Unten rechts: Zustandskontrolle einer Verankerung und Notschleppereinrichtung

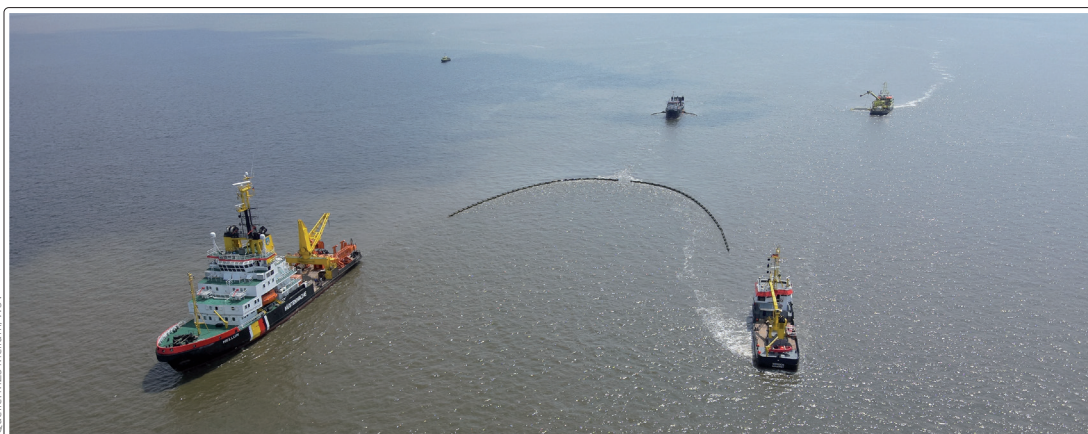


Abb. 2: Aufnahme von einem UAS bei einer deutsch-niederländischen Übung auf der Ems, die unter anderem dem Erfahrungsaustausch zum Einsatz von UAS diente (siehe auch Havariekommando 2023)

3.1 Anwendungsszenarien für die maritime Notfallvorsorge (MNV)

Im Falle einer komplexen Schadenslage ist ein Einsatzleiter des Havariekommandos an Bord des im Einsatz befindlichen Mehrzweckschiffes (MZZ) und kann somit auf das UAS als Hilfsmittel zur Aufklärung der Lage zurückgreifen. Zum Beispiel sind sehr detaillierte Nahaufnahmen mit verschiedener Sensorik mit langen Einsatzzeiten und eine direkte Verfügbarkeit an – gegebenenfalls mehreren – Orten möglich. Im Laufe eines Einsatzes ist eine wiederholte, auch kurzfristige Aufklärung möglich. Die gewonnenen Ergebnisse der Aufklärung bzw. Beobachtung vor Ort werden vom Havariestab als Handlungs- und Entscheidungsgrundlage genutzt. Anwendungsszenarien in der MNV sind vor allem:

- Schadstoffunfallbekämpfung Öl und Chemie,
- Bergung zur Gefahrenabwehr (und Notschleppen),
- Brandbekämpfung,
- Verletztenversorgung.

3.2 Alltagsaufgaben

Die Verfügbarkeit von UAS auf den Mehrzweckschiffen kommt nicht nur in komplexen Schadenslagen zum Tragen. Sie hat auch ein hohes Nutzungspotenzial für Einsätze im Kontext mit Alltagsaufgaben der Mehrzweckschiffe oder bei Such- und Rettungsaktionen. Somit werden wechselseitige Synergien geschaffen: Ein häufiger Einsatz sorgt dafür, dass Personal in Übung und der Zustand der Technik regelmäßig begutachtet wird und so eine verbesserte Einsatzfähigkeit im Falle einer Schadenslage gegeben ist.

Beispiele für Einsatzbereiche von UAS mit optischer und thermaler Kamera für Alltagsaufgaben:

- Nahaufnahmen und Inspektion von Seezeichen, Wracks und ähnlichen interessanten Objekten mit sicherem Abstand des Schiffes auch in Flachwasser- oder Uferbereichen,
- Auffinden und Identifizieren von (potenziell

gefährlichen) treibenden Hindernissen wie verlorener Ladung – auch bei Dunkelheit,

- Unterstützung von Arbeits-, Such- und Rettungseinsätzen,
- Reduktion gefährlicher Einsätze für Personal,
- Lageerkundung für schiffahrtspolizeiliche Einsätze.

3.3 Testphase auf dem Mehrzweckschiff *Mellum*

Zur Evaluierung des Potenzials und für die Erprobung praktischer Aspekte des Alltagsbetriebs an Bord (siehe [Abb. 1](#) und [Abb. 2](#)) wurde über das WSA Weser-Jade-Nordsee für das Mehrzweckschiff *Mellum* als Einstiegsmodell eine DJI M30T beschafft. Dieses UAS hat weniger als 4 kg Abflugmasse, verfügt über eine Zoomkamera (Weitwinkel bis Tele) und eine Wärmebildkamera sowie einen Laserrange-Entfernungsmesser (DJI 2022). Zusatzmaterial wie ein Fallschirm zur Erhöhung der Sicherheit ist verfügbar und die Position zur automatischen Rückkehr (Return to Home) lässt sich vom Startpunkt auf die sich mit dem Schiff verlagernde Fernbedienungsposition umstellen (wiederholte Betätigung notwendig). Über eine zweite Fernbedienung lässt sich das Display per HDMI direkt auf einen Computer übertragen und dort anzeigen oder zum Beispiel über eine Standardvideokonferenzsoftware flexibel weltweit übertragen.

Allerdings ist das Modell nicht für den Einsatz auf See und vom Schiff aus konzipiert, sodass vorhandene Automaten nicht auf zum Beispiel Verlagerung oder Kippung des Startplatzes abgestimmt sind. Entsprechende Automaten werden daher zumindest bei Start und Landung deaktiviert, was deutlich erhöhte Anforderungen an die Piloten stellt. Schlechte Sicht, viel Wind und unruhige See erschweren zudem die Einsätze.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben das kombinierte Monitoringsystem aus einem Satellitendienst und zwei Überwachungs-

Danksagung

Das geschilderte aktuelle Monitoringsystem wird vom Havariekommando koordiniert. Das Marinefliegergeschwader 3 »Graf Zeppelin« betreibt die Sensorflugzeuge Do228. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde berät das Havariekommando zur Fernerkundung und ist zuständig für die Missionsausrüstung der Do228. Unser Dank gilt zudem der Arbeitsgruppe unbemannte Flugsysteme in der maritimen Notfallvorsorge mit Beteiligten von Bundesanstalt für Gewässerkunde, Havariekommando, Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, dem Reedereizentrum, dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie sowie den UAS-Piloten des Mehrzweckschiffs *Mellum* sowie dem Wasserstraßen und Schifffahrtsamt Weser-Jade-Nordsee für die konstruktive Zusammenarbeit und die wertvollen Beiträge und Diskussionen zu den Konzepten, die in diesen Beitrag mit eingeflossen sind.

flugzeugen für Erkennung von Ölverschmutzungen auf dem Meer mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der maritimen Notfallvorsorge vorgestellt. Der UAS-Betrieb durch die Besatzungen der Mehrzweckschiffe sorgt für eine schnelle Verfügbarkeit von Bild- und Videodaten im Schadensfall sowie eine weitere Perspektive mit großem Zukunftspotenzial. Die bisherigen Erprobungen haben demonstriert, dass Schiffe unter anderem bei einer mechanischen Ölbekämpfung oder bei Schiffsbränden (zum Beispiel erfolgreicher Einsatz bei der Kollision des Containerschiffs *Solong* mit dem Öltanker *Stena Immaculate*, siehe

Video unter WSV 2025) durch regelmäßige Lagebilder aus der Luft durch UAS zielführender eingesetzt werden können.

Der Mehrwert besteht verallgemeinert bei der Einschätzung von Lagen durch eine verbesserte Übersicht, für die Dokumentation, bei der Kommunikation und zur Erzeugung von Bildmaterial zum Beispiel zur Lagebilderfassung und bei der Live-Übertragung. Zudem gibt es einen Nutzen für vielfältige Alltagsaufgaben.

In der fortlaufenden Erprobung werden weitere UAS-Modelle evaluiert, die speziell für den Einsatz von Schiffen aus angepasst sind. //

Literatur

Baschek, Björn; Martin Gade; Karl-Heinz van Bernem;

Fabian Schwichtenberg (2015): The German operational monitoring system in the North Sea: sensors, methods and example data. In: Oil Pollution in the North Sea, DOI: 10.1007/698_2015_399

Bonn Agreement (2022): Aerial Operations Handbook: Part 3 – Guidelines for Oil Pollution Detection, Investigation and Evaluation (Annex A: The Bonn Agreement Oil Appearance Code)

Carpenter, Angela (2015): European maritime safety agency CleanSeaNet activities in the North Sea. In: Oil Pollution in the North Sea, DOI: 10.1007/698_2015_429

Djavidnia, Samuel; Jorge Del Rio Vera (2012): European maritime safety agency cleanseanet activities in the baltic sea. In: Oil Pollution in the Baltic Sea, DOI: 10.1007/698_2012_198

DJI (2022): DJI Matrice 30 Series User Manual. <https://enterprise.dji.com/de/matrice-30/downloads>

Gade, Martin; Björn Baschek (2012): The German operational monitoring system in the Baltic Sea: sensors, methods and example data. In: Oil Pollution in the Baltic Sea, DOI: 10.1007/698_2011_130

Havariekommando (2023): Niederlande und Deutschland trainieren Ölbekämpfung und erproben Drohneneinsatz. www.havariekommando.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20230622_Uebung_Ems.pdf

Havariekommando (2026): Havariekommando – Gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Küstenländer. www.havariekommando.de/DE/wir-ueber-uns/wir-ueber-uns-node.html

WSV (2025): Mehr Sicherheit auf See dank Drohnen. www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2025/20250922_Drohnen_auf_See.html