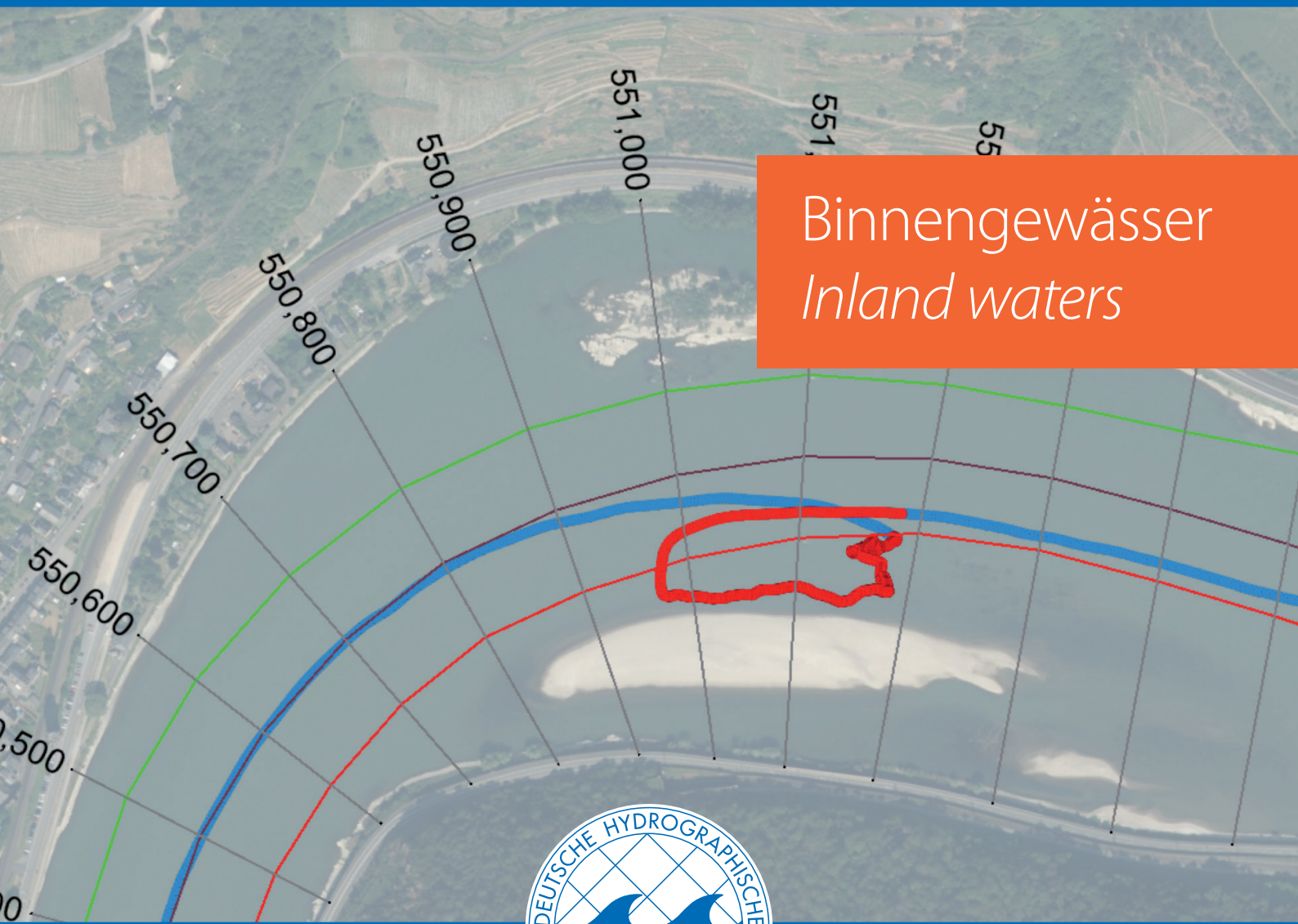


Journal of Applied Hydrography

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

03/2025

HN 130



Binnengewässer
Inland waters



Gewässervermessung an den Binnenwasserstraßen des Bundes

Ein Beitrag von REINER KASTENHOLZ und THOMAS ARTZ

Die Bundesrepublik Deutschland ist für die Unterhaltung und den Ausbau von Bundeswasserstraßen verantwortlich. Diese Aufgaben sind der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung übertragen. Für die vielfältigen Aufgaben werden von der Gewässervermessung umfangreich raumbezogene Informationen zur Gewässertopografie und deren Dynamik erfasst, ebenso zur morphologischen Struktur des Gewässerbettes, zur Lage und Beschaffenheit von Objekten im Gewässer (z. B. Hindernissuche) sowie zur Topografie der Wasseroberfläche. Dieser Artikel beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der behördlichen Struktur, den Aufgaben und den Prozessen der Gewässervermessung an den Binnenwasserstraßen. Außerdem werden aktuelle Arbeiten zu drängenden Zukunftsthemen wie der Automatisierung der Mess- und Auswerteprozesse und der Bereitstellung aktueller Tiefeninformationen für die Schifffahrt beleuchtet.

Binnenwasserstraßen | Fahrwasser | Fahrrinne | Gewässervermessung | aQua | bIENC
inland waterways | waterway | fairway | hydrographic surveying of waters | aQua | bIENC

In Germany, the Federal Waterway and Shipping Administration is responsible for inland river maintenance and development. In this context, there is a vast variety of tasks that require georeferenced data. Hydrography delivers extensive spatial data on the dynamic bathymetry and its morphological structure as well as the topography of the water surface. Furthermore, objects within the water are localised and their condition is observed. This article focuses on the administrative structure, tasks and processes of the hydrographic surveying on inland waterways. Additionally, it highlights ongoing efforts to address future challenges, such as the automation of survey and data analysis processes, as well as the provision of up-to-date depth information for river navigation.

Autoren

Reiner Kastenholz arbeitet in Bonn bei der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) im Dezernat U22 – Vermessung, Liegenschaften, Geodaten.

Dr. Thomas Artz leitet bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz das Referat M5.

gdws@wsv.bund.de

Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland ist laut Artikel 89 Grundgesetz Eigentümerin der Bundeswasserstraßen. Die Zuständigkeit des Bundes wird in weiteren Bundesgesetzen, unter anderem dem Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) und dem Gesetz über den wasserwirtschaftlichen Ausbau an Bundeswasserstraßen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie, konkretisiert. Für den Bund hat die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) dafür Sorge zu tragen, dass niemandem durch die Teilnahme am Schiffsverkehr ein Schaden entsteht, der durch einen nicht ordnungsgemäßen Zustand der Bundeswasserstraße hervorgerufen wird (Verkehrssicherungspflicht). Darüber hinaus ist die WSV mit der verkehrlichen und wasserwirtschaftlichen Unterhaltung der Bundeswasserstraßen betraut.

Die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) übt als Mittelbehörde der WSV die Fach-, Dienst- und Rechtsaufsicht über die ihr nachgeordneten 17 Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSÄ) und die acht Wasserstraßen-Neubauämter (WNÄ) in den Regionen des Bundesgebietes aus. Zudem sind amtsüber-

greifende Aufgaben im Bereich Vermessung und Geoinformationen in der »Fachstelle für Geodäsie und Geoinformatik der WSV« (FGGeo-WSV) gebündelt. Die konzeptionelle Umsetzung der politischen Zielsetzungen des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) sowie die zentrale Steuerung der Aufgabenwahrnehmung der WSV sind weitere Aufgaben der GDWS. Als fachtechnische Behörde steht der WSV unter anderem die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) zur Verfügung (§45 (3) WaStrG). Die BfG hat den Auftrag, die Bundesministerien und deren nachgeordnete Dienststellen in Grundsatz- und Einzelfragen zu beraten. Im Verbund Ressortforschung ist sie Teil der deutschen Forschungslandschaft.

Nach dem Wasserwegerecht wird zwischen Binnenwasserstraßen, die dem Verkehr mit Güter- und Fahrgastschiffen oder der Sport- und Freizeitschifffahrt mit Wasserfahrzeugen dienen (§1 WaStrG), und Seewasserstraßen (Küstengewässer) unterschieden. Das Netz der Bundeswasserstraßen ist in [Abb. 1](#) dargestellt. Es umfasst ca. 7300 km Binnenwasserstraßen und rund 23 000 km² Seewasserstraßen. Binnenwasserstraßen sind die binnenwärts, also im Bereich des Festlandes gelegenen Wasserstraßen.

Dieser Artikel beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Aufgaben der Gewässervermessung an Binnenwasserstraßen. Hinsichtlich der Abflussregime unterscheiden sich die Binnenwasserstra-

ßen teilweise deutlich – freifließend mit oder ohne Tideeinfluss oder staugeregelt – und bedürfen daher eines ausgeprägten Expertenwissens für die Messdatengewinnung und Bearbeitung.



Quelle: Fachstelle für Geodäsie und Geoinformatik, zur Verfügung gestellt gemäß GeoNutzV Bundeswasserstraßen, die eine Länge von unter 5 km aufweisen, sind maßstabsbedingt teilweise nicht dargestellt. Stand: September 2024 Karte W 162 p

- Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS)
- ◆ Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA)
- ▲ Wasserstraßen-Neubauamt
- Oberbehörde
- ▼ Amt für Binnen-Verkehrstechnik (ABVT)
- ⦿ Reedereizentrum der WSV (ReeZ)
- ▨ Seewasserstraßen des Bundes
- Binnenwasserstraßen des Bundes
- nicht klassifizierte BinWaStr
- WaStr-Klasse I - III nach UN ECE
- WaStr-Klasse IV - VI nach UN ECE

Abb. 1: Karte der Bundeswasserstraßen

Gewässervermessung in der WSV

Für die Verkehrssicherung ist zwischen dem Fahrwasser und der Fahrrinne zu unterscheiden. Das Fahrwasser ist in den Binnenschiffahrtsstraßen der nach dem jeweiligen Wasserstand für die durchgehende Schifffahrt bestimmte Teil der Wasserstraße. Zum Fahrwasser gehören auch die vom örtlichen Schiffsverkehr zulässigerweise benutzten oder benutzbaren Wasserflächen. Die Fahrrinne ist der Teil des Fahrwassers, in dem für den durchgehenden Schiffsverkehr bestimmte Breiten und Tiefen vorhanden sind, deren Erhaltung von der WSV angestrebt wird.

Die WSV hält für die Bundeswasserstraßen im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrages die Fahrrinne mit bekannt gegebener Fahrrinntiefe als Fahrrinnenkasten vor und leistet die erforderliche Verkehrssicherung. Die Gewässervermessung ist dafür eine zwingend notwendige fachliche Dienstleistung innerhalb der WSV. Insbesondere in der Fahrrinne unterliegt der morphologische Zustand der Gewässersohle dauernden Änderungen durch Einwirkung von natürlichen Einflüssen, wie z. B. Hochwasser und Strömung. Um die Verkehrssicherungspflicht zu erfüllen, müssen die Wassertiefen mit genügender Häufigkeit überprüft und bekannt gegeben werden. Bei der Feststellung von Untiefen ist die Schifffahrt zu warnen. Darüber hinaus werden durch die Gewässervermessung umfangreich raumbezogene Informationen zur Gewässertopografie und deren Dynamik erfasst, ebenso zur morphologischen Struktur des Gewässerbettes, zur Lage und Beschaffenheit von Objekten im Gewässer (z. B. Hindernissuche) sowie zur Topografie der Wasseroberfläche.

Auch für die Planung und Beurteilung von Ausbaumaßnahmen (Beweissicherung) von Bundeswasserstraßen sowie für die wasserwirtschaftliche Gestaltung der Unterhaltungsmaßnahmen sind hydrographische Vermessungen erforderlich. Da die Veränderungen der Wassertiefen innerhalb des Fahrwassers unter Umständen ganz wesentlich von den Veränderungen der sich anschließenden Randgebiete, den Flachwasserzonen und den Bühnenfeldern beeinflusst werden, kann es notwendig sein, für morphologische Untersuchungen weiträumige Gebiete zu erfassen.

Zur Erhaltung der für die Schifffahrt erforderlichen Wassertiefen sind Strombauwerke in Form von Leitdämmen und Bühnen errichtet worden. Diese Bauwerke liegen ebenso wie die Düker und Brücken ständig im Einfluss von Strömungen. Es ist daher laufend zu prüfen, welche Veränderungen an ihren Unterwasserteilen und in ihrer näheren Umgebung eintreten. Auch zur Errichtung von Bauwerken im Gewässer ist eine genaue Aufnahme der Gewässersohle erforderlich.

Die WSV führt die Aufgaben der Gewässervermessung mit eigenem Fachpersonal aus. Die Gewässervermessung in der WSV erfolgt auf zwei Ebenen: erstens überregionale Mehrzweckpeilung und zweitens regionale Verkehrssicherungspeilungen. Zur Peildatenerfassung auf den Wasserstraßen kommen spezialisierte Peilschiffe zum Einsatz, im Binnenbereich ergänzt durch Außenbezirksboote (ABz-Boote). Die Peilschiffe und Boote sind mit unterschiedlichen Messsystemen ausgestattet (siehe [Abb. 2](#)). Zur Gewährleistung der qualitätsgesicherten und standardisierten Neu- bzw. Ersatzbeschaffung von hydrographischen Messsystemen berät die BfG die WSV bei der messtechnischen Ausstattung.

Allgemein umfasst die Gewässervermessung:

- Vermessungen zur Verkehrssicherung,
- Vermessungen für die Baggerei, Bauwerkssicherung und Bauwerksplanung,
- Vermessungen für die Gewässerkunde,
- Vermessungen zur Objekt- und Hindernissuche.

Weitere Aufgaben ergeben sich durch wirtschaftliche und politische Anforderungen:

- Verlässliche Tiefeninformationen insbesondere in Niedrigwasserphasen,
- Vermessungen von Flachwasserbereichen für die Aufgaben im Rahmen des wasserwirtschaftlichen Ausbaus,
- Digitalisierung der Verkehrswege.

Die Gewinnung hochauflösender Sohlinformationen dient unter anderem auch der Erstellung von digitalen Geländemodellen des Gewässers (DGM-W) (z. B. Weiß und Mechernich 2022). Diese Modelle dienen auch als Grundlage für die Aufgaben der Bundesoberbehörden und sind z. B. wesentliche Eingangsinformation für die Fließgewässermodellierung (DWA 2019).

Überregionale Mehrzweckpeilung

Die regelmäßige, flächenhafte Aufnahme der Gewässersohle wird mittels des Einsatzes überregionaler Flächenpeilschiffe mit Fächerecholot- und Mehrfachschwingersystemen (siehe [Abb. 3](#) und [Abb. 4](#)) nach dem Prinzip der Mehrzweckpeilung gewährleistet. Dazu sind revierspezifische Besonderheiten in den Peilkonzepten der WSV geregelt.

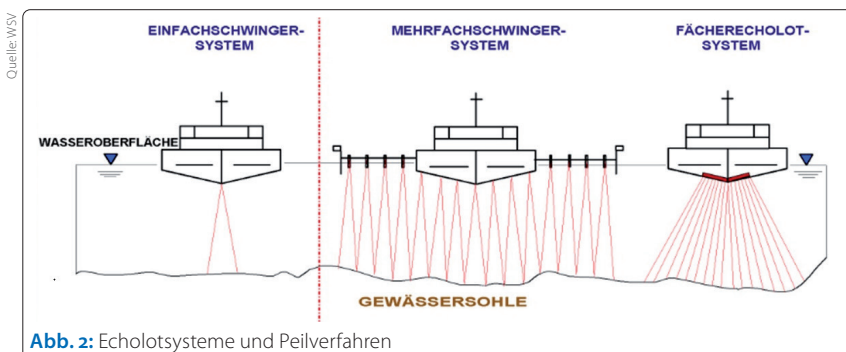


Abb. 2: Echolotsysteme und Peilverfahren

Regionale Verkehrssicherungspeilungen

Die Außenbezirke sind mit regionalen Peilsystemen (Einfachschwingersystemen und in Einzelfällen Mehrfachschwingersystemen bzw. Elektroakustischen Peilrahmen) ausgestattet. Wesentliche Aufgabe ist hier die gemäß WSV-Richtlinien für die Verkehrssicherung durchzuführende Linienpeilung. Darüber hinaus kommen die regionalen Peilsysteme für die zusätzliche bedarfsgerechte Überprüfung des Gewässer- bzw. Bauwerkszustandes und für außerplanmäßige Peilaufgaben (unter anderem Havarie, Hochwasser, Hindernissuche, anlassbezogene Überprüfungen, zeitlich begrenzte, baubegleitende Messungen) zum Einsatz. Perspektivisch ist auch für die Aufgaben mit regionalem Fokus der Einsatz von Fächerecholoten angedacht, um dem vermehrten Daten- und Informationsbedarf nachkommen zu können.



Abb. 3: Peilschiff Hildegard von Bingen



Abb. 4: Peilschiff Mosel im Arbeitseinsatz

Messdatenauswertung von Mehrzweckpeilungen

Die Aufbereitung, Verwaltung und Analyse der Peildaten sowie die Erstellung der Produkte (siehe Abb. 5) erfolgt in den Peilbüros der WSÄ. Unplausibilisierte Vorabzüge werden den Außenbezirken direkt nach der Messung zur Verfügung gestellt, um gegebenenfalls zeitnah Maßnahmen ergreifen zu können.

Für die Messdatenauswertung entwickelte die WSV die Peilauswertesoftware PAUSS, um auch weiterhin wirtschaftlich entsprechend dem Stand der Technik zukunftsorientiert Produkte des Peilwesens bereitstellen zu können. Das Gesamtsystem PAUSS wurde in einem bautechnischen und in einem hydrographischen Teil (PAUSS-B und PAUSS-H) realisiert. PAUSS-H steht der WSV seit Herbst 2024 zur Nutzung in der Gewässer Vermessung zur Verfügung. Damit können alle Prozesse der hydrographischen Auswertung (Plausibilisierung und Modellierung der Messdaten, Produkterstellung und Produktbereitstellung) in einem System bearbeitet werden.

Mit diesem Softwaresystem werden die Daten der Gewässervermessung nach der Aufnahme

in mehreren Schritten im Peilbüro plausibilisiert und geprüft. Dazu werden unter anderem flächenhafte Approximationsverfahren eingesetzt (Lorenz et al. 2021). Anschließend werden digitale Geländemodelle – sogenannte Mehrzweckmodelle – erstellt. Insbesondere für die Aufgaben im Binnenbereich sind vielfältige Analyseansätze notwendig, da sich die Reviere teilweise deutlich unterscheiden, wenn sandige, kiesige und in der Gebirgsstrecke auch felsige Bereiche zu erfassen sind und außerdem Herausforderungen durch Brücken entstehen. Da die hydrographische Auswertung immer noch von hohen manuellen Arbeiten geprägt ist, ist eine ausgeprägte Revierkenntnis der bearbeitenden Personen notwendig.

Die Produkte der Gewässervermessung werden im 3D-Datenarchiv der WSV gehalten. Dieses dient zur zentralen mittel- und langfristigen Archivierung und Bereitstellung von Topografiedaten der Bundeswasserstraßen. Qualitätsgesicherte Produkte und Dienstleistungen der Gewässervermessung werden so für WSV-interne und externe Kunden bereitgestellt (siehe Abb. 6).

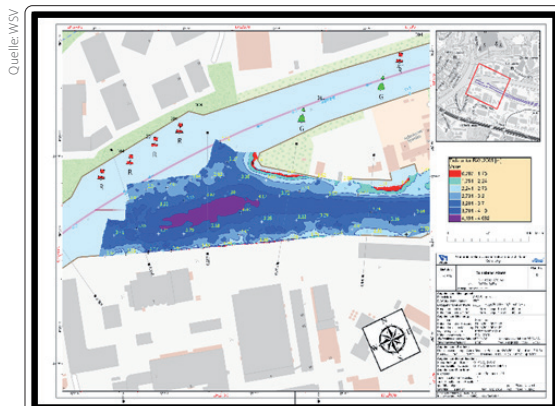
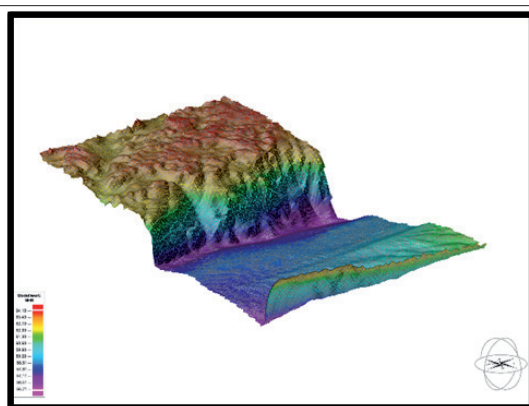


Abb. 5: Produkte der Gewässervermessung



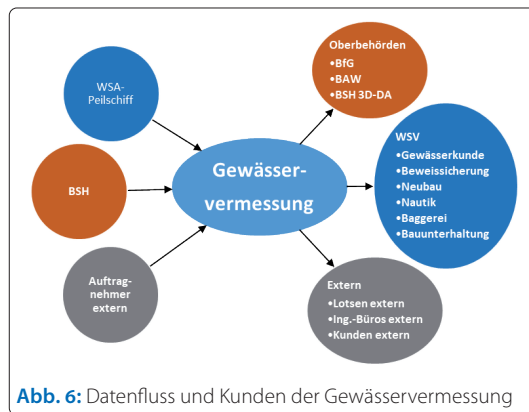



Abb. 6: Datenfluss und Kunden der Gewässervermessung

Qualitätsmanagement in der Gewässervermessung

Für den sicheren Schiffsverkehr sind zuverlässige Informationen aus der Gewässervermessung über die Wasserstraßen von entscheidender Bedeutung. Aufgrund der Verantwortung der WSV nach § 48 WaStrG (Sicherheit und Leichtigkeit für den Schiffsverkehr) ist es erforderlich, die Qualität der Ergebnisse eindeutig und umfassend beurteilen zu können. Auch bei Vergaben von Vermessungen an Ingenieurbüros muss sichergestellt werden, dass die Qualitätsanforderungen der WSV eingehalten werden. Die Qualität der Peildaten ist in Hinblick auf Gerichtsfestigkeit umfassend und eindeutig zu dokumentieren. Darüber hinaus werden zuverlässige Peildaten der WSV als Basis für eine Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen benötigt, beispielsweise der Morphologie des Gewässergrundes, Monitoring sensibler Bereiche bis hin zu komplexen Flussmodellen. Für diese Nutzung muss ebenfalls eine hohe Qualität der Produkte sichergestellt sein.

Die WSV hat gemeinsam mit der BfG hierfür mit dem Angewandten Qualitätsmanagement in der Gewässervermessung (aQua) ein Qualitätsmanagementsystem in Anlehnung an die DIN EN ISO 9001:2015 aufgebaut und anschließend in Betrieb genommen. aQua hat den Charakter einer Vorschrift im Sinne der Verwaltungsvorschriften der



Die Qualitätspolitik der Gewässervermessung der WSV

1. Sicherstellen des gesetzlichen Auftrags und der damit verbundenen Forderungen an die Qualität der Prozesse, Produkte und Dienstleistungen in der Gewässervermessung
2. Einsatz eines Qualitätsregelkreises (in Anlehnung an DIN EN ISO 9001) zur Sicherstellung und Optimierung der Prozesse, Dienstleistungen, Produkte und Kundenbeziehungen
3. Sicherstellen der Rechtssicherheit durch Prozesstransparenz
4. Größtmögliche Kundenorientierung

WSV und ist bei allen Gewässervermessungen der WSV verbindlich anzuwenden.

aQua – Stufe 1: Standards in der Gewässervermessung der WSV

In der Stufe 1 des aQua sind sämtliche Prozesse für die Peilschiffe und die hydrographische Auswertung inklusive Produkterstellung abgebildet und damit standardisiert. Dazu zählen unter anderem die Systemkalibrierung, die Durchführung einer Gewässervermessung, die Auswertung und Produkterstellung.

aQua – Stufe 2: Qualitätsmanagement in der WSV

In der Stufe 2 des aQua ist das Qualitätsmanagementsystem (QMS) der Gewässervermessung der WSV abgebildet. Dazu zählt unter anderem der kontinuierliche Verbesserungsprozess. Dies ist ein systematischer Verbesserungskreislauf mit Kundenbefragungen, internen Audits durch Qualitätsmanagementbeauftragte der Geschäftsstelle aQua. Außerdem erfolgen interne Managementreviews der WSÄ mit dem jeweiligen Leitungsbereich der WSÄ und Selbstbewertungen der einzelnen Peilbüros. Qualitätsziele und Kennzahlen sind Teil des QMS in aQua.

Ausblick

biENC

Die aktuell von der WSV herausgegebenen Inland Electronic Navigational Charts (IENC) bieten bislang keine Information über die vorhandene Wassertiefe, sondern bilden nur die Begrenzung der freigegebenen Fahrhinne ab. Tiefeninformationen können aber dazu beitragen, dass die Schiffsführung, gerade in Niedrigwassersituationen, die vorhandenen Tiefenreserven innerhalb des Fahrinnenkastens für die Navigation besser nutzen kann. Daher wird die Bereitstellung von Tiefeninformationen für die Schiffsführung als ein Handlungsfeld im Aktionsplan »Niedrigwasser Rhein« gefordert (BMDV 2018).

Diese sogenannten bathymetrischen IENC (biENC) müssen den Vorgaben des ECDIS-Standards (UNECE 2020) für IENC entsprechen, um an Bord genutzt werden zu können. Sie stellen eine unverbindliche Information zu der Gewässerbodentopografie zum Zeitpunkt der letzten Mehrzweckpeilung dar (siehe Abb. 7). Derzeit wird die Erstellung von biENC durch die WSV mit Unterstützung der BfG konzipiert und getestet. Perspektivisch sollen der Schifffahrt Tiefeninformationen aus den aktuellsten Mehrzweckpeilungen durch die FGeo-WSV bereitgestellt werden.

Insbesondere für die biENC-Produktion, aber auch für die Verkehrssicherung, die Bauwerksinspektion und die Planung ist eine hohe Informationsdichte unabdingbar. Hierbei werden die Anforderungen an die Aktualität und Genauigkeit weiter

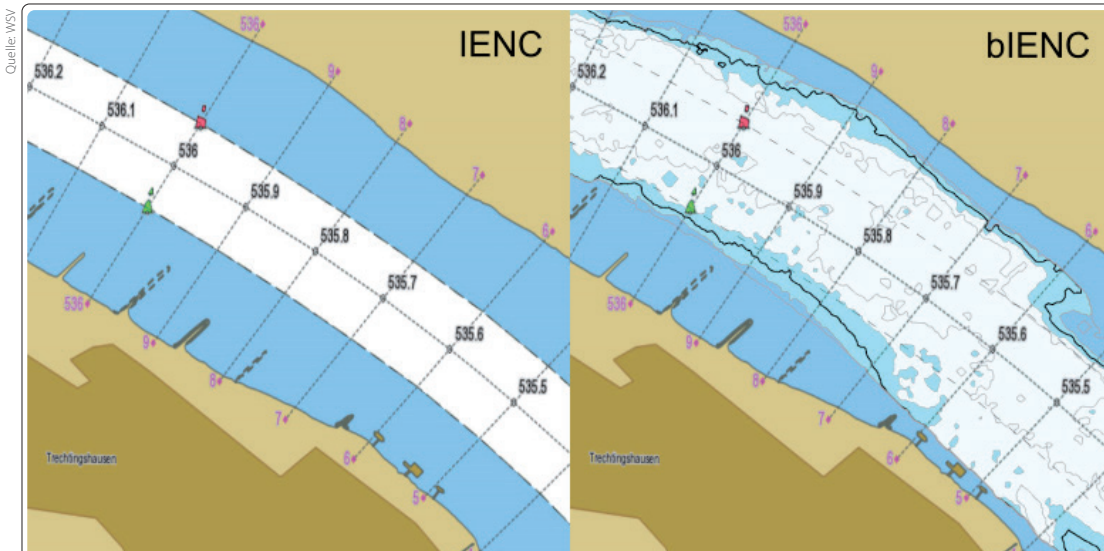


Abb. 7: Links: Beispielhafte Darstellung einer IENC (weiße Fläche markiert die Fahrrinne);
rechts: biENC mit Tiefeninformationen (blaue und weiße Flächen entsprechen unterschiedlichen Tiefenschichten)

steigen. Um diese Bedarfe decken zu können, sind umfangreiche Automatisierungs- und Digitalisierungsmaßnahmen notwendig. Entsprechende Maßnahmen werden gemeinsam von GDWS und BfG initiiert (Artz et al. 2022).

Einsatz von (teil-)autonomen Vermessungssystemen und Auswertestrategien

In Bezug auf die bedarfsgerechte Bereitstellung bathymetrischer Daten besteht eine deutliche Unterabtastrate, die insbesondere mit klassischen Peil- bzw. Messkapazitäten wirtschaftlich nicht angemessen behoben werden kann. Zur Deckung des abzusehenden erhöhten Bedarfes an Tiefeninformationen (unter anderem für die Bereitstellung von biENC) ist aber eine Erhöhung der bisherigen Peilkapazität erforderlich. Ziel ist es, zur Steigerung der vorhandenen Messkapazität zukünftig vermehrt Daten mit Unmanned Surface Vehicles (USV) in einem weitestgehend automatisierten Produktions- und Bereitstellungsprozess zu gewinnen (Artz et al. 2022).

Autonome Peilsysteme sollen bestehende Peilkapazitäten ergänzen. Dabei liegt der Vorteil in ihrer Größe. Mit geringerem Tiefgang sind z. B. Flachwasserbereiche peilbar, die aufgrund der Wassertiefe bzw. der schweren Zugänglichkeit bisher nicht gepeilt werden konnten. Hieraus ergeben sich direkte Einsatzperspektiven für die Aufgaben im Rahmen des wasserwirtschaftlichen Ausbaus. Weiterentwicklungen könnten zukünftig auch im Mischverkehr im Fahrwasser eingesetzt werden. So sind die Systeme insbesondere in überregionalen Verbänden revierübergreifend eine weitere Komponente, um bei Ausfall eines Flächenpeilschiffes punktuell und priorisiert binnen kurzer Zeit einsatzbereit zu sein.

Um aus den erhöhten Peilkapazitäten aktuelle

Bathymetrieinformationen bereitstellen zu können, müssen zusätzlich die Mess- und Auswerteprozesse weiter automatisiert werden (Artz et al. 2022). Nur durch die Eliminierung von Medienbrüchen und die Verbesserung der Algorithmik für die Messdatenbearbeitung kann ein Mehrwert für die Nutzenden entstehen. //

Literatur

- Artz, Thomas; Herbert Brockmann, Sonja Hennecke, Dieter Willersinn (2022): Auf dem Weg zu einer digitalen Bundeswasserstraße: Maßnahmenplanung (Teil-) Autonomes Messen als Grundlage für den Masterplan Binnenschifffahrt. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, DOI: 10.567/BfG-2074
- BMDV (2018): Aktionsplan »Niedrigwasser Rhein« für zuverlässigen Transport. www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/WS/gemeinsame-erklaerung-acht-punkte-plan-niedrigwasser-rhein.html
- DWA (2019): Geodaten in der Fließgewässermodellierung – Teil 2: Bedarfsgerechte Datenerfassung und -aufbereitung. DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 543-2
- Lorenz, Felix; Thomas Artz; Thomas Brüggemann; Julius Reich; Robert Weiß; Axel Winterscheid (2021): Simulation-based Evaluation of Hydrographic Data Analysis for Dune Tracking on the River Rhine. PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, DOI: 10.1007/s41064-021-00145-0
- UNECE (2020): Recommendation on Electronic Chart Display and Information System for Inland Navigation (Inland ECDIS). Resolution No. 48, https://unece.org/sites/default/files/2022-12/ECE-TRANS-SC3-156-Rev4e_1.pdf
- Weiß, Robert; Silke Mechernich (2022): Beschreibung der geometrischen Qualität eines Digitalen Geländemodells des Wasserlaufs. Dreiländertagung der DGPF, der OVG und der SGPF, Publikationen der DGPF, Band 30, S. 267–279