



Reiseunterstützung für die Binnenschifffahrt (RUBIN)

Empfehlungen auf Basis präziser Verkehrs- und Strömungsprognosen

1 Aufgabenstellung und Ziel

In der Binnenschifffahrt werden voraussichtliche Ankunftszeiten und optimale Ladungsmengen häufig auf Basis von Erfahrungen und verteilten Informationsquellen abgeschätzt. Zwar geben Routenplaner Reisezeiten (bspw. EuRIS) oder mögliche Abladetiefen (Heying 2023) an, basieren jedoch nur auf aktuellen bzw. statistischen Verkehrsdaten oder erheblich vereinfachten Methoden. Es besteht daher Innovationsbedarf in der Zusammenführung, Verarbeitung und Veredelung verfügbarer Daten zur Bereitstellung präziser Reiseinformationen. Mit diesen aufbereiteten Informationen sowie erweiterten Diensten der WSV soll der Wasserstraßenverkehr hinsichtlich der Reisezeiten und des Transportvolumens optimiert werden, indem die Nutzenden durch einen Reiseassistenten mit Angaben von zuverlässigen Reisezeiten und möglichen Abladetiefen unterstützt werden.

In dem vom Bundesministerium für Verkehr geförderten mFUND-Projekt RUBIN wird das Reiseassenzsystem in einer Kooperation zwischen der Firma Alberding GmbH und der BAW, mit den assoziierten Partnern Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt und Bundesanstalt für Gewässerkunde sowie der Unterstützung durch Reedereien entwickelt und erprobt.

2 Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

RUBIN leistet einen Beitrag zur Umsetzung der im Masterplan Binnenschifffahrt genannten Handlungsfelder „Digitalisierung“ (Erweiterung der Wasserstraßeninformationen), „Stärkung der Binnenschifffahrt in der multimodalen Transportkette“ (präzisere Ankunftszeiten, optimiertes Transportvolumen) und „Verbesserung der Umweltfreundlichkeit“ (optimierte Fahrweise).

In RUBIN werden Prognoseberechnung zu Befahrbarkeit und Verkehrsdichten umgesetzt und damit perspektivisch die Entwicklungen in der GDWS unterstützt. Eine mithilfe von Verkehrsprognosen optimal ausgelastete Wasserstraßeninfrastruktur führt insgesamt zu einer Verringerung von Wartezeiten an Schleusen, zur Einsparung von Energie und damit zur Reduktion transportbedingter Schadstoff- und Treibhausgasemissionen.

Die angestrebte Erhöhung des vergleichsweise umweltfreundlichen

Auftragsnummer:

B3953.04.04.70020

Auftragsleitung:

Jannis Daubner

jannis.daubner@baw.de

Auftragsbearbeitung

Navreet Singh Thind

navreet-singh.thind@baw.de

Eduard Schäfer

eduard.schaefer@baw.de

Laufzeit:

2023 bis 2026

CC-Lizenz:

CC BY 4.0

Binnenschiffstransports am Modal Split wird durch die verbesserte Reiseplanung mit RUBIN unterstützt. Volkswirtschaftlich essentielle Transportketten lassen sich mithilfe optimierter Binnenschiffstransporte sichern und ökologisch transformieren.

3 Untersuchungsmethoden

Im Gegensatz zu bereits verfügbaren Reiseassistenten verwendet RUBIN datenbasierte Prognoseberechnungen der Strömungsverhältnisse und der Verkehrslage für die Routen- und Reiseplanung. Hydrologische und verkehrliche Daten dienen als Eingangsgrößen für Modellrechnungen, die Prognosen über mehrere Tage ermöglichen.

Allgemein wird die Geschwindigkeit über Grund (SOG) als Summe aus Geschwindigkeit durch Wasser (STW) und Strömungsgeschwindigkeit betrachtet. Aus den verwendeten Strömungsprognosen ist für die Bestimmung der voraussichtlichen Ankunftszeit (ETA) die Strömungsgeschwindigkeit bekannt. Die Veränderung des STWs des Schiffs jedoch nicht. Aufgrund von Abweichungen durch das Fahrverhalten der einzelnen Schiffe, kann diese auch nicht als konstant angenommen werden. Diese Abweichungen werden mit einem Random Forest-Ansatz aus dem Bereich des maschinellen Lernens modelliert. So kann das Modell auch Geschwindigkeitsänderungen, etwa das Abbremsen oder Beschleunigen an bestimmten Stellen erfassen. Für die Validierung der ETA-Prognose am Wesel-Datteln-Kanal (WDK) wurde dieser in zwei Kategorien unterteilt: freier Kanalabschnitt und Schleusenbereich, in dem die Schiffe manövriren, um in die Schleusenkammer einzufahren. Der Übergangspunkt zwischen diesen beiden Bereichen wird mithilfe eines Probability of Detection-Ansatzes (POD) für jede Schleuse bestimmt. Hierbei soll für jede Schleuse der Punkt identifiziert werden, an dem die Schiffe mit 90 %iger Wahrscheinlichkeit ihre Geschwindigkeit auf unter 5 km/h verringern, wobei ein 95 %-Konfidenzintervall zur statistischen Absicherung verwendet wird.

4 Ergebnisse

Das instationäre Strömungsmodell wurde mit den hydrologischen Eingangsdaten der BfG für einen Pilotabschnitt auf dem Rhein aufgebaut und für den Niederrhein bereits kalibriert. In ersten Tests wurden Simulationen über 5 Tage (1 Tag Modelnachführung und 4 Tage Prognose) auf dem Hochleistungsrechner der BAW in 0,5 h berechnet. Insgesamt wird für den Rhein ein Vorhersagezeitraum von 7 Tagen angestrebt.

Die Modelle der Verkehrsprognose, mittels Verkehrssimulationen für Vorhersagezeiträume ≤ 24 Stunden (mikroskopisches Modell) sowie KI-Methoden und Verkehrsstatistiken (makroskopisches Modell) für Vorhersagezeiträume > 24 Stunden, wurden erstellt. Zur Validierung der Verkehrssimulationen und des makroskopischen Modells für kurzfristige Prognosen wurden die AIS-Daten von Rhein und WDK von 2023 bis 2024 benutzt. Die Ergebnisse des mikroskopischen Modells sind in verschiedene Segmente des Rheins unterteilt. Die Abweichung der Ankunftszeitprognose am Rhein nimmt mit der Flusskilometrierung zu und ist bei Bergfahrten jeweils höher als bei Talfahrten: Sie beträgt 4/10 Minuten (400–450 km), 7/12 Minuten (450–500 km) und 8/16 Minuten (500–550 km) für Tal- bzw. Bergfahrten auf Grundlage der AIS-Daten aus Dezember 2024.

Bild 1 zeigt die Ergebnisse des POD-Ansatzes an der Schleuse Hünxe, für die Fahrt von Dorsten kommend. Der mit den schwarz gestrichelten Linien markierte Punkt zeigt, ab welchem Kanalkilometer mit einer Sicherheit von 95 % die Mehrzahl der Schiffe (90 %) eine Geschwindigkeit von weniger als 5 km/h haben. Nach Festlegung dieses Punktes wird der Kanal zwischen den Schleusen in zwei Abschnitte geteilt und beide Abschnitte separat validiert. Im ersten Abschnitt, bevor die Schiffe langsamer werden, werden Fehlerquellen wie Abweichungen bei der Geschwindigkeit über Grund (SOG), Begegnungs- und Folgesituationen, sowie der Vergleich der Schiffsanzahl zwischen Simulation und Realität analysiert. Im zweiten Abschnitt, dem Schleusenbereich, erfolgt zudem eine Überprüfung der Prognosegenauigkeit der Schleusungsdauer. So wird sichergestellt, dass sowohl die Modellierung der Manöver als auch die Simulation der Verkehrsmengen realitätsnah und belastbar sind.

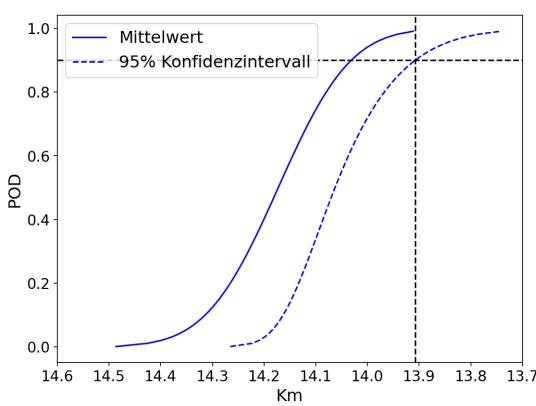


Bild 1: Entdeckungswahrscheinlichkeitskurven (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall) für den Punkt von der Fahrt von Dorsten nach Hünxe, ab dem 90 % der Schiffe unter 5 km/h fahren.

Literatur:

Heying, Martin (2023): Der digitale Rhein. In: Schifffahrt und Technik, S. 24–25.