



Das Magazin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt · DLR.de · Nr. 143 · September 2014

# magazin

## Auf Tuchfühlung

Die Rosetta-Mission nah am Ziel



### Auf Mückenfang in Cochstedt

Wie viele Insekten landen auf dem Flugzeugflügel?

### Auf Nummer sicher an der Schleuse

Fahrassistenzsysteme für Binnenschiffsführer

# Sicher durch Schleusen und Brücken

Der Wasserweg ist eine gute Alternative zu Straße und Schiene, wenn der Güterverkehr zunimmt. Und das tut er: Das Statistische Bundesamt rechnet bis 2050 mit einem Wachstum um 30 Prozent. Allerdings hat auch die Binnenschifffahrt ihre neuralgischen Punkte: Schleusen, Brücken, Kurven. Um auch dort sicher navigieren zu können, entwickelte ein Team aus Forschern des DLR und der Technischen Universität Dresden in Kooperation mit Anwendungspartnern und Behörden neue Fahrerassistenzsysteme auf Basis hochgenauer und verlässlicher Ortung. Auf einer Forschungsfahrt im Mai 2014 in Koblenz testeten die Forscher diese neuen Systeme erfolgreich.

## Neue Fahrerassistenzsysteme unterstützen Schiffsführer in der Binnenschifffahrt

Von Melanie-Konstanze Wiese

Drei Kilometer lang ist die Teststrecke, die Alexander Born, Projektleiter im DLR-Institut für Kommunikation und Navigation, mit seinem Team am 23. Mai 2014 an Bord des Arbeitsschiffes „BINGEN“ und des ehemaligen Bereisungsschiffes der Bundesregierung „MAINZ“ auf der Mosel zurücklegt. Die „BINGEN“ ist für die Testfahrt mit Sensoren und Assistenzsystemen ausgestattet, die während der Fahrt zum Einsatz kommen sollen. Besondere Aufmerksamkeit liegt an diesem Tag auf Brückendurchfahrten und Schleusungen. Brücken und Schleusenanlagen bilden neuralgische Punkte; wenn es zu einem Unfall kommt, dann häufig dort. In Deutschland gibt es auf dem 6.550 Kilometer langen System von Binnenwasserstraßen mehr als 3.100 Brücken und über 300 Schleusenanlagen, die von Binnenschiffen sicher zu passieren sind. „Auf der Testfahrt konnte gezeigt werden, wie diese neuen Assistenzsysteme den Schiffsführer dabei sicher unterstützen können“, sagt Alexander Born.

Nicht selten haben die Schiffe eine Länge von 200 Metern und fassen bis zu 6.000 Tonnen Güter. Dies entspricht einer Transportleistung von 100 bis 150 Lastkraftwagen. „Größe und Gewicht beeinträchtigen da die Manövrierfähigkeit erheblich“, so beschreibt Born die Herausforderung an das neue Assistenz-

system. „Manche Schubverbände füllen eine Schleuse komplett aus und es bedarf viel Geschick und Erfahrung, um die Anlage sicher zu passieren.“ Beispielsweise hat die Staustufe Koblenz eine Nutzlänge von 172,40 Metern und eine Nutzbreite von 11,60 Metern bei einer Gesamtgröße von 175,40 mal 12 Metern. Damit bleiben für ein größtmögliches Schiff an den Seiten jeweils nur 20 Zentimeter und in der Länge jeweils 1,5 Meter Raum zum Manövrieren.

Dabei muss der Schiffsführer bisher auf technische Unterstützung weitestgehend verzichten. Hinsichtlich der Schiffsausstattung gibt es nur geringe Vorgaben, die von der Flusskategorie und auch der jeweiligen Größe des Schiffes abhängig sind. Als Mindeststandard in der Grundausstattung gilt bislang in der Europäischen Union: eine Flusskarte und eine Funkanlage. Für die Navigation bei unsichtigem Wetter, also bei Nebel, Starkregen oder Fahrten bei Nacht, sind zusätzlich ein Wendeanzeiger, der die Drehgeschwindigkeit anzeigt, sowie ein Radar erforderlich. Das Mitführen eines Kompasses hingegen ist nicht vorgeschrieben und auch die Geschwindigkeit muss nicht gemessen werden. Viele Schiffsführer orientieren sich per Augenmaß an einer sogenannten Peilstange am Bug des Schiffes sowie am Ufer.



Einfahrt in die Schleuse Koblenz. Zur Lagekontrolle des Schiffes auf dem engen Raum dient bis dato das Augenmaß des Matrosen am Bug. Ein Assistenzsystem könnte hier für mehr Sicherheit sorgen.

## Das Projekt PiLoNav

Schiffahrtsassistenz ist ein Teilthema im Projekt „Precise and Integer Localisation and Navigation in Rail and Inlandwater Traffic“ (PiLoNav). PiLoNav wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert und als interdisziplinäres Verbundprojekt realisiert. Dabei arbeiten Forscher, Behörden und Anwender zusammen: Zu ihnen zählen die Institute für Kommunikation und Navigation sowie für Verkehrssystemtechnik des DLR, das Institut für Verkehrstelematik und das Geodätische Institut der Technischen Universität Dresden, die Fachstelle für Verkehrstechniken (FVT) der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) sowie Anwendungspartner aus dem Bereich Schienenverkehr (INTERAUTOMATION GmbH und Bijur Delimon GmbH). Neben der Anwendung im Bereich der Binnenschifffahrt entwickelte das Projektteam auch Fahrerassistenzsysteme für den schienengebundenen Verkehr.



Die AMESHA II in der Schleuse Koblenz. Das 172 Meter lange und elf Meter breite Schiff hat nur wenig Raum zum Manövrieren

Getestet wurden nun Systeme, die die wichtigen Navigationsparameter wie Position, Lage und Zeit (PNT-Position, Navigation & Time) zuverlässig und so genau wie nötig ermitteln. Hierfür hat das Team um Alexander Born eine spezielle Navigationseinheit für die Binnenschifffahrt entwickelt. „Diese Navigationseinheit, wir nennen sie kurz PNT-Unit, ist in der Lage, PNT-Daten zu liefern, die außerordentlich zuverlässig sind“, erklärt der Forscher vom DLR-Standort Neustrelitz.

#### Sensortechnik unterstützt Schleusenfahrten

Die neu entwickelte Navigationseinheit bildet die Grundlage der Assistenzsysteme. Dabei kommen satellitenbasierte Navigationssysteme, bekannt als GNSS (Global Navigation Satellite Systems), zum Einsatz. In einfacherer Form sind sie unter anderem bereits als Navigationssysteme in Kraftfahrzeugen im Einsatz. In der Binnenschifffahrt ist aber – anders als im Auto – neben der Position und der Geschwindigkeit vor allem auch die Lage des Schiffes von Interesse. Um diese eindeutig zu bestimmen, werden daher insgesamt drei GNSS-Empfänger genutzt. Eine Referenzstation an Land erhöht die Genauigkeit.

Äußere Einflüsse wie Abschattungen können die Signale der Navigationssatelliten verfälschen, ablenken oder blockieren. So sind bei Schleusungen die vergleichsweise geringe Größe und die hohen Wände der Schleusenammern problematisch. Um dem entgegenzuwirken, wurde die PNT-Unit durch eine sogenannte inertielle Messeinrichtung (IMU) ergänzt – eine Kombination aus Beschleunigungsmessern und Drehratensensoren. Aufgrund seiner hohen Kurzzeitstabilität ist das System perfekt geeignet, um kurzzeitige GNSS-Ausfälle zu kompensieren. Bei sicherheitskritischen Anwendungen muss zudem gewährleistet werden, dass die Daten zuverlässig sind, das heißt in sich konsistent. Das System muss also in der Lage sein, den Schiffsführer über seine Funktionsfähigkeit zu informieren. Diese Anforderung wird als Integrität bezeichnet und ist ein wesentlicher Fortschritt der neuen Navigationseinheit.

#### Kursinformationen und Kollisionswarnungen

Nicht nur die Schleusenfahrten sind sicherheitskritische Situationen in der Binnenschifffahrt. Aufgrund der Größe und des Gewichts sind Schiffe träge und benötigen dadurch einen größeren Manövrierbereich. Vorschriften besagen, dass ein Schiff maximal 15 bis 20 Schiffslängen benötigen darf, um aus voller Fahrt zum Stillstand zu kommen. Bei einer Schiffslänge von 200 Metern sind das bis zu vier Kilometer Bremsweg – und eine Herausforderung, dabei mit Hindernissen oder anderen Verkehrsteilnehmern nicht in Konflikt zu geraten.

Frühzeitige Kollisionswarnungen sind daher wichtig, denn Unfälle können verheerende Folgen haben. Ganze Streckenabschnitte mussten schon gesperrt werden und im Falle einer Havarie stehen Umfahrungsmöglichkeiten nur sehr eingeschränkt zur Verfügung. Dass die wirtschaftlichen Schäden von Relevanz sind, zeigt ein Beispiel einer Havarie eines Tankers im Jahr 2011. Aufgrund des Unfalls der TMS „Waldhof“ war der Rhein für fast zwei Wochen gesperrt. Insgesamt waren 400 Schiffe davon betroffen. Der finanzielle Schaden betrug pro Tag und Schiff zwischen 4.500 und 5.000 Euro. Im Folgejahr war dadurch ein Rückgang der Binnenschifffahrt von 1,5 Prozent zu verzeichnen. Einige Transportunternehmen mussten sogar den Betrieb aufgeben, weil sie den finanziellen Schaden nicht ausgleichen konnten.

Bislang verlässt sich der Schiffsführer auf das Radar in Kombination mit der elektronischen Flusskarte sowie auf den Wendeanzeiger zur Bestimmung der Lage des eigenen Schiffes in Bezug zu seiner Umgebung. Mit zunehmendem Verkehr oder bei schlechtem Wetter wird die Übersicht über die aktuelle Verkehrslage für den Schiffsführer jedoch schwieriger.

Das neue Fahrerassistenzsystem hilft auch in diesen Situationen, indem es dem Schiffsführer neben Kollisionswarnungen vor allem hilfreiche Kursinformationen liefert. Um dabei auch andere Verkehrsteilnehmer zu berücksichtigen, nutzt die Fahrerassistenz ein zusätzliches System – das Automatische Identifikationssystem, kurz AIS. Die Mehrzahl der Binnenschiffe ist bereits damit ausgestattet, da es ab 1. September 2014 zur Pflichtausrüstung gehört. „Neben anderen Daten sendet dieses System kontinuierlich Angaben zu Position, Kurs, Geschwindigkeit und Größe des Schiffes, auf dem es installiert ist. Diese Informationen nutzen wir, um andere Verkehrsteilnehmer zu identifizieren und ihren Kurs zu präzisieren“, erläutert Born.

Auf Grundlage dieser Informationen berechnet das System eine ideale Fahrlinie für das Schiff und zeigt sie dem Schiffsführer auf seinem Navigationssystem an. „Entlang der berechneten Ideallinie bewegten wir uns auch auf unserer Testfahrt auf der Mosel. Befanden sich nun Hindernisse im Bereich dieser Ideallinie, berechnete das Fahrerassistenzsystem rechtzeitig Ausweich- oder Überholmanöver und stellte uns diese Fahrempfehlungen auf der elektronischen Binnenwasserkarte dar“, erklärt Born die Funktionsweise.

Auch für Schiffe mit längerem Bremsweg bleibt so genügend Zeit, ihre Fahrweise der neuen Situation anzupassen. Da solche Manöver jedoch für Schiffe sehr energieaufwändig sind, optimiert das System die notwendigen Beschleunigungen und Ruderbewegungen auf das Nötigste, erhöht aber gleichzeitig den Sicherheitsabstand zum vorausliegenden Hindernis auf ein sicheres Maß.

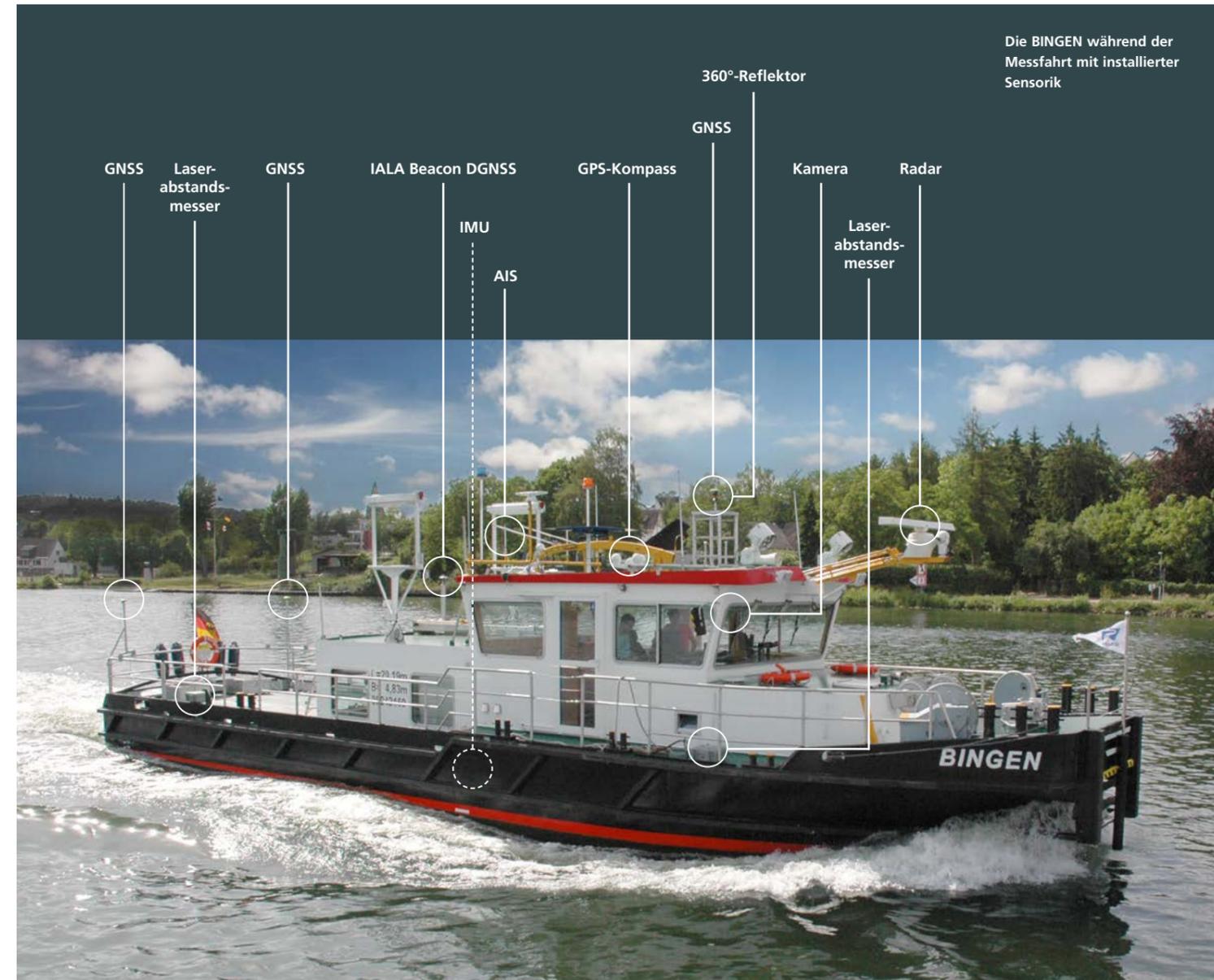
#### Unfallrisiko: Schiffsstoß an Brücken

Eine häufige Unfallursache in der Binnenschifffahrt ist der sogenannte Schiffsstoß an Brücken, die Kollision mit einem Brückenbauteil. Gründe dafür sind unter anderem wechselnde Wasserpegel oder langwellige Schwankungen des Wasserstandes in Kanälen, hervorgerufen durch den Schleusenbetrieb. Darüber hinaus können hochgefahrte Steuerstände oder andere Aufbauten zu Kollisionen führen. Die Folgen können weitreichend sein, ökonomisch wie personell. „Daher wurde in das Assistenzsystem auch ein Höhenwarnsystem integriert“, sagt Born. „Mit den hochgenauen Positions- und Lageinformationen wird die komplette dreidimensionale Bewegungsänderung des Schiffes überwacht. Die Höheninformation der Brücke wird aus der elektronischen Binnenwasserkarte abgegriffen.“ Neu dabei ist, dass auch der aktuelle Pegelstand in einer AIS-Nachricht durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung ausgesendet wird. Daher kann der zur Verfügung stehende Durchfahrtsraum weit vor der Brücke ermittelt und überwacht werden. Akustische und auch optische Meldungen warnen dann in einem solchen Fall den Schiffsführer rechtzeitig.

Durch Schleusen und Brücken hindurch hat das Assistenzsystem auf der Fahrt mit der BS „MAINZ“ und der MS „BINGEN“ seinen Test erfolgreich bestanden. Es konnte zeigen, dass es vor allem in kritischen Bereichen mehr Sicherheit schafft. Zudem könnte es zukünftig auch dazu beitragen, eine effizientere Nutzung der Binnenwasserstraßen als Gütertransportweg zu ermöglichen. Alexander Born und sein Team werden das System nunmehr Nutzern und Behörden vorstellen und hoffen, „dass sich solche Fahrerassistenzsysteme künftig auch als Standard auf Binnenwasserstraßen durchsetzen werden.“ ●



Weitere Informationen:  
s.DLR.de/m7z0



Die BINGEN während der Messfahrt mit installierter Sensorik



Zu der umfangreichen Messtechnik, die für den Test des Assistenzsystems auf dem Schiff installiert wurde, gehören auch diese Empfänger für die Daten des Global Navigation Satellite Systems (GNSS)



Jörg Zimmermann von der Technischen Universität Dresden (links) und Alexander Born vom DLR-Institut für Kommunikation und Navigation in Neustrelitz bauen eine GNSS-Referenzstation an Land auf

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

## Impressum

DLR-Magazin – Das Magazin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt

Herausgeber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Redaktion: Sabine Hoffmann (VISdP)  
Cordula Tegen (Redaktionsleitung)  
An dieser Ausgabe haben mitgewirkt:  
Manuela Braun, Falk Dambowsky, Dorothee Bürkle,  
Melanie-Konstanze Wiese, Jens Wucherpfennig  
sowie Peter Zarth

Redaktionsschluss: 20. August 2014

DLR-Kommunikation  
Linder Höhe  
51147 Köln  
Telefon: 02203 601-2116  
Telefax: 02203 601-3249  
E-Mail: kommunikation@dlr.de  
**DLR.de/dlr-magazin**



Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH,  
87437 Kempten

Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH,  
53842 Troisdorf, www.cdonline.de

ISSN 2190-0094

**Onlinebestellung:**  
**DLR.de/magazin-abo**



Das DLR-Magazin erhalten Sie auch als interaktive App für iPad und Android-Tablets im iTunes- und GooglePlay-Store oder als PDF zum Download.

Die in den Texten verwendeten weiblichen oder männlichen Bezeichnungen für Personengruppen gelten für alle Geschlechter.

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe. Die fachliche Richtigkeit der Namensbeiträge verantworten die Autoren. Hinweis gemäß § 33 Bundesdatenschutzgesetz: Die Anschriften der Postbezieher des DLR-Magazins sind in einer Adressdatei gespeichert, die mit Hilfe der automatischen Datenverarbeitung geführt wird. Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem Papier.

Bilder DLR, CC-BY 3.0, soweit nicht anders angegeben.

