

TELEMATIK AN DER DONAU
DAS NAVIGATIONSSYSTEM ARGO (ADVANCED RIVER NAVIGATION)

Ludwig Steinhuber

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd,
Postfach 68 09, 97018 Würzburg, Deutschland
E-mail: L.Steinhuber@wsd-s.wsv.de

Zusammenfassung: Als eines von der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der Verkehrspolitik priorisierten Telematikprojekte wurde das Navigationssystem ARGO (Advanced River Navigation) für die Binnenschifffahrt entwickelt. An der Donau wird ARGO momentan im Test- und Demonstrationsbetrieb eingesetzt. Der Wirkbetrieb soll im Jahre 2003 aufgenommen werden.

Mit ARGO wird der Schifffahrt ein System zur Verfügung gestellt, das neben der Lageinformationen aktuelle Wassertiefen vorwiegend im freifließenden Bereich der Wasserstraßen darstellt. Wesentliche Komponenten des Systems sind:

- Elektronische Wasserstraßenkarte basierend auf der Digitalen Bundeswasserstraßenkarte und dem Inland-ECDIS-Standard
- Radarbild, das über Radar Map Matching mit der elektronischen Karte verknüpft ist
- Tiefeninformationen bezogen auf den aktuellen Wasserstand.

Schlüsselworte: Telematik, Schifffahrt, Wasserstraßenkarte, Fahrwassertiefe

TELEMATICS ON THE DANUBE
THE ARGO (ADVANCED RIVER NAVIGATION) NAVIGATION SYSTEM

Abstract: As one of the telematics projects prioritised by the Federal Republic of Germany in the context of its transport policy the ARGO (Advanced River Navigation) navigation system has been developed for inland navigation. At present ARGO is being tested and demonstrated on the Danube. Regular operation should commence in 2003.

With ARGO navigation is provided with a system that, apart from information regarding position, gives actual water depths in the free-flowing parts of waterways. The important components of the system are:

- An electronic waterways map based on the Digital Federal Waterways Map and the Inland ECDIS Standard
- Radar images which are linked to the electronic map by Radar Map Matching
- Depth information based on current water levels.

Key words: telematics, navigation, waterways map, depth of navigable channel

1. Telematik in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

Die Bewältigung der wachsenden Verkehrsnachfrage gehört zu den großen gesellschaftlichen und technischen Herausforderungen der Zukunft und damit zu einer zentralen Aufgabe der Verkehrspolitik. In verkehrspolitischer Hinsicht soll die breite Einführung und Nutzung von Telematiksystemen wesentlich dazu beitragen:

- die Auslastung der Verkehrsmittel zu verbessern,
- die Kapazität der Verkehrsinfrastruktur zu erhöhen und effizienter zu nutzen,
- die Verkehrsträger besser zu verknüpfen und dabei
- die Verkehrssicherheit auf dem anerkannt hohen Niveau zu halten und durch
- die Vernetzung der Verkehrsträger Transporte auf umweltfreundliche Verkehrsmittel zu verlagern.

Für die Verkehrspolitik mit ihren Verwaltungen bedeutet dies, dafür rechtzeitig die rechtlichen und finanziellen Voraussetzungen zu schaffen, entsprechende Forschungen und Entwicklungen zu initiieren sowie anwendungsreife Technologien zügig einzuführen.

Für die Wasserstraßen gilt es, angepasste und bedarfsorientierte Telematikanwendungen, d.h. ein System für die Berufsschifffahrt mit Informationen über die

Wasserstraße selbst sowie betrieblich hilfreiche Zusatzinformationen, zu entwickeln. Aufgrund der Besonderheiten der Wasserstraßen im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern sind Telematikanwendungen aus anderen Verkehrsbereichen kaum übertragbar. Insbesondere die nicht staugeregelten Wasserstraßen sind durch eine regional wechselnde, teilweise sogar örtlich wechselnde Charakteristik des Verkehrsweges geprägt.

Da ein weiterer Ausbau von Wasserstraßen zunehmend an Grenzen stößt, gleichzeitig der Anstieg der Schiffsgrößen sich aber kontinuierlich fortsetzt, gewinnt die Informationsbereitstellung insbesondere an den Engpässen der Wasserstraßen an Bedeutung und erzeugt Effizienzgewinne für die Schifffahrt.

An den deutschen Wasserstraßen befinden sich seit 1998 eine Vielzahl von Telematik-Anwendungen in täglicher Anwendung, in Erprobung und Entwicklung. Im Folgenden wird auf ARGO, das Fahrrinneninformationssystem zur Navigationsunterstützung, eingegangen.

Wesentlicher Schwerpunkt der auf den Weg gebrachten Telematik-Anwendungen sind die Aufbereitung und Bereitstellung verkehrsrelevanter (*mainly traffic related*) und transportrelevanter (*mainly transport related*) Informationen.

2. ARGO – Ein Fahrrinneninformationssystem zur Navigationsunterstützung

ARGO ist ein Navigationssystem für das Schifffahrtsgewerbe im Binnenbereich. Anlass für die Entwicklung von ARGO waren die sehr unterschiedlichen Tiefen-, Querschnitts- und Wasserstandsverhältnisse auf den deutschen freifließenden Binnenwasserstraßen – insbesondere Rhein und Donau –, die mit 30 – 140 Mio. Gütertonnen/Jahr zu den meistfrequentierten europäischen Wasserstraßen gehören. Die verfügbaren Fahrrinnenabmessungen werden je nach Ortskunde der Schiffsführer sehr unterschiedlich genutzt. Wir unterscheiden zwei Kategorien von Zielen

- Verkehrspolitische Ziele
 - Sicherheit des Schiffsverkehrs
 - Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in der Schifffahrt durch Ausnutzung der aktuell verfügbaren Wassertiefen in abladebestimmenden Engstellen
 - Reduzierung der Wasserstraßenunterhaltung durch optimale Ausnutzung der Fahrrinne
 - Optimierung der Verkehrsflüsse durch Routenplanung.Diese verkehrspolitischen Vorgaben sollen durch die
- technischen Ziele
 - Lage-Informationen über die Wasserstraßen,
 - Tiefeninformationen in abladebestimmenden Engstellen mit Übertiefen und über die Fahrrinne hinaus nutzbare Fahrwasserbereiche und dies bei
 - Informationen über aktuelle Wasserstände.
 - Bereitstellung aller Informationen an die Schifffahrt in Echtzeit erreicht werden.

2.1. Systemkomponenten von ARGO

ARGO besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten:

- elektronische Wasserstraßenkarte,
- Radarbild,
- auf den aktuellen Wasserstand bezogene Tiefeninformationen.

2.1.1. Die elektronische Wasserstraßenkarte

Die erste Komponente und die visuelle Basis für das System ARGO bildet die elektronische Wasserstraßenkarte. Ausgehend von der bereits verfügbaren elektronischen Seekarte wurde die elektronische Binnenwasserstraßenkarte entwickelt. In internationaler Zusammenarbeit wurde dazu der bestehende maritime ECDIS Standard (Electronic Chart Display and Information System) um den Inland ECDIS Standard erweitert. Dabei flossen die Erfahrungen aus dem Pilotprojekt ARGO in die Standardisierung ein. Im Mai 2001 wurde der

Inland ECDIS Standard von der ZKR offiziell eingeführt. Von der Donaukommission wurde der Standard ebenfalls angenommen.

Entsprechend dem Inland ECDIS Standard wird die elektronische Binnenwasserstraßenkarte als Inland ENC (Inland Electronic Navigation Chart) bezeichnet. Die Inland ENC wird aus der Digitalen Bundeswasserstraßenkarte DBWK der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland hergestellt. Die Transformation der graphischen Elemente in die Objekte der Inland ENC läuft weitgehend automatisiert über einen Konverter. Vorher müssen jedoch die in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung separat geführten Sachdaten mit den einzelnen Objekten verknüpft werden.

2.1.1.1. Die Konvertierung DBWK in die elektronische Wasserstraßenkarte

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland verfügt über ein eigenes digitales Kartenwerk in unterschiedlichen Basismaßstäben, die Digitale Bundeswasserstraßenkarte DBWK. Grundlage für die Inland ENC bildet die DBWK 2 im Basismaßstab 1:2.000. Die Karte ist gegliedert in Kategorien, Ebenen und grafische Objekte. Speziell zur Erstellung der Inland ENC wurde die Kategorie AGO eingeführt, die die wesentlichen Objekte nach Inland ECDIS Standard enthält. Die Objekte werden zusätzlich mit den entsprechenden Sachdaten in einer Access- Datenbank verknüpft. Mittels eines eigens entwickelten Konverters werden die entsprechenden DBWK-Objekte in die Inland ENC umgewandelt. Ergänzt wird der Inhalt der Inland ENC noch durch Infrastruktur-Objekte aus den amtlichen topographischen Kartenwerken. Der Automatisierungsgrad bei dieser Konvertierung beträgt annähernd 100 %, so dass eine interaktive Nachbearbeitung kaum noch anfällt.

2.1.2. Radarbild

Die zweite Komponente ist das Radarbild, mit dem die Inland ENC überlagert wird. Dadurch werden der Darstellung zusätzlich Informationen über die Verkehrssituation hinzugefügt. Das Radarbild enthält zunächst keine zur Positionsbestimmung direkt

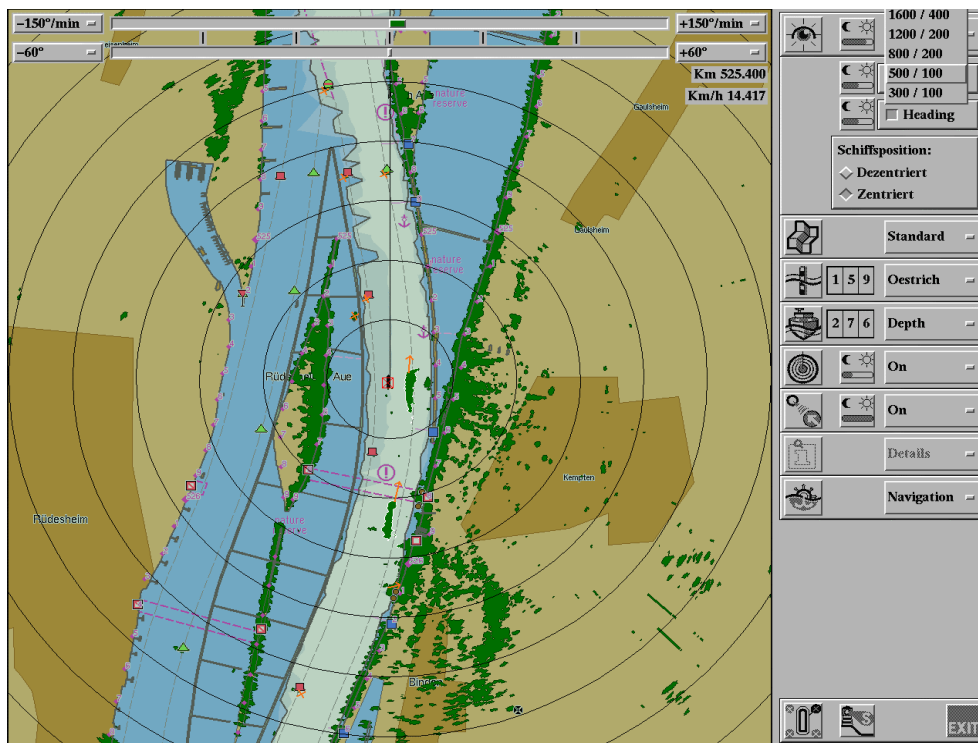


Abb. 1 Inland-ENC überlagert mit Radarbild

verwertbaren Informationen. Die Inland ENC wird daher nach einem von der Universität

Stuttgart entwickelten Verfahren, dem sogenannten Radar-Map-Matching, mit dem Radarbild in Übereinstimmung gebracht (s. Abb. 1). Das Verfahren beruht auf dem Vergleich der Konturen von radarrelevanten Objekten in der Inland ENC mit den Radarkonturen. Um die Genauigkeit in der Positionierung zu erhöhen und zuverlässig zu gewährleisten, fließen in das System zusätzlich weitere Sensordaten ein, darunter DGPS-Daten. Hierzu ist auf dem Schiff ein GPS/DGPS- Empfänger erforderlich. Die empfangenen GPS-Daten werden anhand der von Referenzstationen gesendeten Korrekturdaten korrigiert. Im Ergebnis wird die Inland ENC unter dem Radarbild so positioniert und orientiert, dass auf dem Monitor das Symbol des eigenen Schiffes in Vorausrichtung jeweils der aktuellen Position in der Karte entspricht.

2.1.3 Tiefeninformationen

Die dritte Komponente von ARGO bilden die Tiefeninformationen, die für bestimmte, abladebestimmende Wasserstraßenabschnitte in die Inland ENC integriert werden. Grundlage für die Tiefeninformationen sind regelmäßige Peilungen im Fahrwasserbereich. Die Peildaten werden über ein qualitätsgesichertes Verfahren ausgewertet (plausibilisiert) und in ein digitales Geländemodell überführt. Daraus werden Tiefenlinien erzeugt, die als Tiefenflächen (für einen Tiefenbereich von jeweils 10 cm) in die Inland ENC integriert werden.

Um abhängig vom aktuellen Wasserstand die tatsächliche Fahrwassertiefe darstellen zu können, muss die Tiefenfläche in Bezug zum aktuellen Wasserspiegel gesetzt werden. Hierzu wurde von der Bundesanstalt für Wasserbau ein dynamisches Wasserspiegelmodell erstellt. Mit Hilfe dieses Modells wurden für die Streckenabschnitte mit Tiefeninformationen Wasserspiegellagen errechnet. Die Wasserspiegellagen sind in Abhängigkeit von einem Bezugspegel für die jeweilige Strecke in Zentimeter-Schritten in ARGO hinterlegt. So ist es möglich, durch die interaktive Eingabe des aktuellen Pegelwerts die tatsächliche Fahrwassertiefe für jeden Punkt der Strecke zu errechnen. Bei Eingabe eines Tiefenanspruchs für das Fahrzeug wird auf dem Monitor eine Sicherheitskontur in die Inland ENC eingeblendet, die den, entsprechend den eingegebenen Parametern, sicher befahrbaren Bereich des Fahrwassers kennzeichnet. Das dynamische Wasserspiegelmodell wird in dem Vortrag von Herrn Kellermann näher erläutert.

2.2 Die Betriebsarten von ARGO

In ARGO unterscheidet man zwei Betriebsarten: den Navigationsbetrieb und den Informationsbetrieb.

Im Navigationsbetrieb werden alle drei genannten Komponenten - elektronische Karte, Radarbild und Tiefeninformationen - auf einem Monitor dargestellt. Dadurch steht dem Schiffsführer zur Navigationsunterstützung ein vollständiges taktisches Verkehrsbild zur Verfügung.

Im Informationsbetrieb werden nur die elektronische Wasserstraßenkarte und die auf den aktuellen Wasserstand bezogenen Tiefeninformationen dargestellt. Der Informationsbetrieb hat die Funktion eines elektronischen Atlases. Durch den Anschluss eines GPS-Empfängers ist es möglich, die Position des eigenen Schiffes in die Inland ENC einzublenden und den Kartenvorschub entlang der Flussachse so zu steuern, dass die Inland ENC entsprechend der Fahrt des Fahrzeugs mitgeführt wird. Da alle Informationen über die Verkehrssituation fehlen, darf der Informationsbetrieb nicht für die Navigationsunterstützung eingesetzt werden. Dieses System ist in erster Linie für die Freizeitschifffahrt gedacht.

2.3 ARGO an der Donau

An der Donau existiert zwischen Straubing und Vilshofen ein freifließender Streckenabschnitt mit extrem geringer Fahrrinnentiefe (2,0 m unter RNW). Dieser Abschnitt stellt eine Engpassstrecke für die Schifffahrt dar, die dazu führt, dass in Niedrigwasserzeiten (ca. 200 Tage im Jahr) die Schifffahrt den Abschnitt nur mit geringen Abladetiefen passieren kann. Teilweise werden die Schiffe geleichtert, im ungünstigsten Fall ist eine

Fahrtunterbrechung notwendig. Die Wasserstände lassen sich nur sehr kurzfristig vorhersagen, da in diesem Bereich starke Wasserspiegelschwankungen (insbesondere unterhalb der Isarmündung) vorhanden sind. Ebenso sind in diesem Abschnitt teilweise erhebliche morphologische Veränderungen der Flusssohle zu beobachten. Insgesamt führt dieser Streckenabschnitt zu einer erheblichen wirtschaftlichen Beeinträchtigung der Schifffahrt und damit auch zu einem volkswirtschaftlichen Schaden.

Durch die Einführung des ARGO Navigationsbetriebs mit Tiefeninformationen im Streckenabschnitt Straubing-Vilshofen werden der Schifffahrt Informationen zur Verfügung gestellt, die es ihr ermöglichen, in Abhängigkeit vom aktuellen Wasserstand die Wassertiefen optimal auszunutzen. Zusätzlich wird die Gefahr von Grundberührungen minimiert und damit die Sicherheit der Schifffahrt in diesem Streckenabschnitt erheblich gesteigert.

Die Produktion der Inland ENC für die gesamte Donau ist mittlerweile abgeschlossen. Ebenso existiert dieses Kartenmaterial für den Main und den Main-Donau-Kanal. Die Integration von Tiefeninformationen auf der Basis des dynamischen Wasserspiegelmodells wird nach dessen Erstellung durch die Bundesanstalt für Wasserbau realisiert.

Vor Einführung des Wirkbetriebs ARGO an der Donau im Jahr 2003 wurde zu Test- und Demonstrationszwecken im Jahr 2002 auf dem verwaltungseigenen Schiff MS „Bayern“ ein ARGO Navigationssystem installiert. Zu Beginn des Wirkbetriebs soll auch ein Korrekturdatensender

Zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen und hoch verfügbaren Positionsbestimmung im ARGO Navigationsbetrieb beabsichtigt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, für die Aussendung des Korrekturdatensignals eigene Referenzstationen nach IALA- Standard im Mittelwellenbereich zu errichten. Für den Bereich der Donau soll in 2003 eine Station aufgebaut werden.

2.4 Stand der Einführung von ARGO und geplante Weiterentwicklungen

Im Anschluss an die Entwicklung von ARGO im Rahmen des Pilotprojekts am Rhein wurde Mitte des Jahres 2000 ein ARGO- Probetrieb mit 12 Gütermotorschiffen gestartet. Ausgerüstet wurden diese Probetriebsschiffe mit einer kommerziellen Weiterentwicklung des ARGO Prototypen, dem Radarpilot 720°. Bislang ist der Radarpilot die einzige am Markt verfügbare Anwendung, die einen ARGO Navigationsbetrieb erlaubt. Andere Anbieter haben ihre Entwicklungen bisher auf den Informationsbetrieb beschränkt.

Ziel des Probetriebs ist es, den nautischen und wirtschaftlichen Nutzen des ARGO Navigationsbetriebs insbesondere im Hinblick auf die Bereitstellung von wasserspiegelbezogenen Tiefeninformationen zu verifizieren und die organisatorischen und rechtlichen Voraussetzungen für einen Wirkbetrieb zu ermitteln. Aus diesem Grund wurden den Teilnehmern am Probetrieb die Inland ENC mit Tiefeninformationen für einen rund 30 km langen Abschnitt in der Gebirgsstrecke des Rheins von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zur Verfügung gestellt. Kommerziellen Nutzern außerhalb des Probetriebs stehen bislang nur die Inland ENC ohne Tiefeninformationen zur Verfügung.

Erste Ergebnisse aus dem Probetrieb lassen erkennen, dass der Einsatz von ARGO im Navigationsbetrieb ein Erfolg ist und dass die Schifffahrt ein starkes Interesse an der Bereitstellung von Tiefeninformationen hat. Aber auch außerhalb der Strecken mit Tiefeninformationen wird ein nautischer Nutzen in dem Navigationsbetrieb gesehen. Allein die exakte Kenntnis der Fahrrinne und die sichere Identifizierung von Hindernissen bei unsichtigem Wetter wird von den Probetriebsteilnehmern als Vorteil und Sicherheitsgewinn gegenüber der Navigation nur mit Radar empfunden.

Ein Problem, das sich noch für den ARGO Navigationsbetrieb stellt, ist die Begegnung von Fahrzeugen, die beide infolge ihrer Abladung auf den tieferen Bereich der Fahrrinne angewiesen sind. Damit diese Schiffe sich frühzeitig erkennen und ihre Begegnung untereinander abstimmen können, bietet sich der Einsatz des Automatic Identification System (AIS) an. Für die Seeschifffahrt liegt bereits ein AIS- Standard vor, der für die Binnenschifffahrt ergänzt werden muss. Für das Jahr 2002 ist daher eine Erprobung des AIS in Ergänzung des ARGO Probetriebs geplant.

Nach Abschluss des Probebetriebs und Auswertung der Ergebnisse ist vorgesehen, die Inland ENC mit Tiefeninformationen offiziell allen Nutzern verfügbar zu machen. Hierzu sind jedoch noch die rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen. Die Bekanntgabe der Tiefeninformationen wird lediglich unter Ausschluss der Haftung möglich sein. Die Update-Häufigkeit der Tiefeninformationen muss den Erfordernissen des jeweiligen Streckenabschnitts angepasst werden. Das bisherige Verkehrssicherungskonzept der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung muss in dieser Hinsicht überprüft werden.

Die offizielle Einbindung von wasserspiegelbezogenen Tiefeninformationen in den ARGO Navigationsbetrieb sollte von der Fortschreibung des Inland ECDIS Standards begleitet werden. Hierzu ist ein Ergänzungsvorschlag auszuarbeiten und der ZKR vorzulegen.