

S-100 – Auf dem Weg zum Weltmodell

Das universelle hydrographische Datenmodell der IHO

Ein Beitrag von *Mathias Jonas*

Kaum hatte vor zehn Jahren die weltweite ENC-Produktion so richtig begonnen, wurde beschlossen, den IHO-Datentransferstandard S-57 gründlich zu modernisieren. S-100 war geboren. Heute gilt der neue IHO-Standard als modernster verfügbarer Transporter für Geodaten. Mit S-100-kompatiblen Datensätzen lassen sich nun auch hydrographische Daten problemlos in das riesige Umfeld der raumbezogenen Anwendungen einfügen. Wichtigste Neuerung ist die »Registry«, eine Art Online-Aktenschrank, die es erlaubt, äußerst flexibel

auf neue Anforderungen in puncto Struktur und Inhalt von Datensatzdefinitionen zu reagieren. Diese Funktionalität soll einen größeren interdisziplinären Nutzerkreis ansprechen – um hydrographische Daten mit z. B. ozeanographischen und meteorologischen Daten intelligenter als bisher verknüpfen zu können.

S-100 | S-57 | ENC | ECDIS | Elektronische Seekarte | E-Navigation | Datenmodell | Registry | Register
ISO 19100 | Geospatial Information Registry | Marine Information Registry | UHDM

1 Elektronische Seekarten setzen sich durch

Die Männer und Frauen auf dem Gruppenfoto der Jahrestagung des IHO Committee on Hydrographic Requirements and Information Standards (CHRIS) im Sommer 2005 in Rostock schauen zuversichtlich drein. Sie sind sich der Bedeutung der soeben getroffenen Entscheidung, den IHO-Datentransferstandard S-57 in den kommenden Jahren technisch grundlegend zu erneuern, offenbar bewusst, weswegen sie beschlossen haben, ihn mit einer eingängigen Nummer als S-100 herauszugeben – als sinnfälliges Zeichen für den Änderungsumfang mit erweiterter Zweckbestimmung als universelles Datenmodell. Was zu diesem Zeitpunkt als modernisierende Fortschreibung des Standards für die digitale Seekartographie angelegt war, hat sich nun – fast ein Jahrzehnt später – zu einem aussichtsreichen Kandidaten eines universellen Datenmodells für den gesamten maritimen Bereich entwickelt.

Im Jahr 2005 war jedoch noch keineswegs ausgemacht, dass sich der Vorläuferstandard S-57 überhaupt global als Grundlage für alle digitalen amtlichen Seekarten – die ENCs – durchsetzen würde. Sowohl die Hydrographischen Dienste als auch die Hersteller von Navigationssystemen und letztlich auch die Nutzer hatten mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Überführung der Produktionsverfahren für Geodaten der zuständigen Hydrographischen Dienste von der analogen in die digitale Welt verlief schleppend; die nur selten angebotene Produktionssoftware arbeitete nicht fehlerfrei; um die Distribution und um die Verschlüsselung der Daten war international gerade eine heftige Kontroverse entbrannt. Dementsprechend wuchs die ENC-Überdeckung weltweit nur langsam; die Daten waren qualitativ zum Teil unzureichend und zu teuer; die Endgeräte arbeiteten mitunter instabil und Rasterdaten als digitale Faksimile der Papierkarten erfreuten sich einer weit größeren Akzeptanz als die in ENCs enthaltenen Vektordaten. Die Rufe nach einer Ausrüstungspflicht der internationalen Seeschifffahrt mit einem amtlichen elektronischen Seekarten-

system – dem mit ENCs arbeitenden sogenannten ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) – waren dementsprechend verhalten. Der überwiegende Marktanteil bei der Ausstattung elektronischer Seekartensysteme lag bei den Anbietern privater Seekartendaten.

2014 zeigt sich ein verändertes Bild: Alle Industriestaaten mit schiffbaren Territorialgewässern stellen regelmäßig ENCs her; viele Schwellenländer sind inzwischen hinzugekommen und die kartographisch »weißen Flecken« beschränken sich im Wesentlichen auf die Krisenregionen wie zum Beispiel am Horn von Afrika. Die IHO konnte den Mitgliedsstaaten der Weltschifffahrtsorganisation der Vereinten Nationen (IMO) bereits im Jahr 2010 melden, dass die Überdeckung mit ENCs etwa dem Umfang des weltweit verfügbaren gedruckten Seekartenwerks entspricht und dass für den überwiegenden Anteil der weltweit verfügbaren ca. 12 000 ENCs regelmäßig Aktualisierungen bereitgestellt werden (Abb. 1). Dieser enorme Fortschritt war für die IMO letztendlich ausschlaggebend, die ECDIS-Ausrüstungspflicht für die internationale Schifffahrt einzuführen, die 2012 für neu gebaute Tanker und Fahrgastschiffe eingesetzt hat und bis 2018 alle wesentlichen Schiffsklassen der in Fahrt befindlichen Tonnage erfassen wird.

2 S-57: Globale Standardisierung für global agierende Nutzer

Ein wichtiger Anteil an der Schaffung einer global standardisierten Datenbasis hydrographischer Daten für die Navigation in der Seeschifffahrt gebührt dem IHO-Standard S-57, dessen Wurzeln in einem in Hamburg unter Mitwirkung des damaligen Schifffahrtsinstitutes SUSAN und des BSH durchgeführten Forschungsprojektes Anfang der neunziger Jahre liegen. Mit S-57 hat die Hydrographie damit schon früh auf GIS-Konzepte gesetzt, die erst ein Jahrzehnt später erfolgreich im Landbereich eingeführt wurden:

- Vektordaten, deren geometrische Elemente Punkte, Linien und Flächen sind,
- topologisch geschlossene Beschreibung von Flächen,

Autor

Dr. Mathias Jonas ist Vizepräsident des BSH und National Hydrographer. Außerdem ist er Vorsitzender des IHO-Standardisierungskomitees HSSC

Kontakt unter:

mathias.jonas@bsh.de

- Digitalisierung in Form geometrischer Objekte, denen spezielle Eigenschaftsobjekte zugeordnet sind,
- Aufstellung von Objekt- und Attributkatalogen und Spezifizierung der erlaubten Zuordnungen in einer Produktspezifikation,
- darstellungsfreie binäre Codierung,
- ISO-konforme Datenkapselung.

Weltweit haben sich drei Anbieter etabliert, die ENC-Produktionssoftware liefern können. Der Leistungsumfang reicht von der objektorientierten Digitalisierung von Papierseekarten bis zur Komplettlösung einer hydrographischen Produktionsdatenbasis, die die Herstellung von analogen und digitalen Seekartenprodukten in einem integrierten Workflow verspricht und dabei interessanterweise auch intern auf dem Objekt-konzept des S-57-Standards aufbaut. Ist die Anzahl der Wettbewerber in diesem Bereich leicht überschaubar, so zeigt die Applikationsseite ein anderes Bild: Über fünfzig der in der Berufs- und Freizeitschiffahrt tätigen Hard- und Softwareanbieter unterstützen den Import S-57-basierter ENCs, es gibt Konverter und Freeware. Und die Anwendung von ENCs hat sich inzwischen neue Felder in der Erforschung, der Administration und der Exploration der maritimen Umwelt erobert.

Der IHO-Datentransferstandard S-57 und das einzige bisher daraus abgeleitete Produkt – die ENCs – sind zweifellos ein Erfolg, aus dem sich zwangsläufig die Frage nach der Notwendigkeit seiner Überarbeitung als Anlass für die Entwicklung von S-100 ergibt. Die folgenden Nachteile der S-57-basierten Produkte sollen mit S-100 »geheilt« werden:

- Bezogen auf die themenspezifische Standardisierung von Geoinformationen und der resultierenden Datenspezifikation, ist S-57 eine proprietäre Lösung. Das macht die Herstellung und die Pflege von Softwarekomponenten für die Produktion und die Anwendung von ENCs sehr aufwendig und teuer.
- In einer ENC sind die Datenstruktur und das Datenformat (ISO 8211) eng miteinander verwoben, was einer Produktdiversifizierung entgegensteht.
- ENCs sind als binärcodierte Vektordaten kompakt – eine intelligente Kompression könnte aber die zu übertragenden Datenvolumina deutlich reduzieren und damit ihre vermehrte drahtlose Übertragung an Bord unterstützen.
- Eine ENC ist konzeptionell eine digitale Nachbildung der traditionellen Seekarte. Moderne Datenstrukturen aus der Seevermessung wie Gitterdaten, zeitvariante Vorhersagedaten und Visualisierungstechniken aus dem Internet- und dem Computerspielebereich sind damit nicht umsetzbar.
- Die Anforderungen an die Karteninhalte sind auch in der digitalen Seekarte nicht statisch. Der fortlaufende Anpassungsbedarf

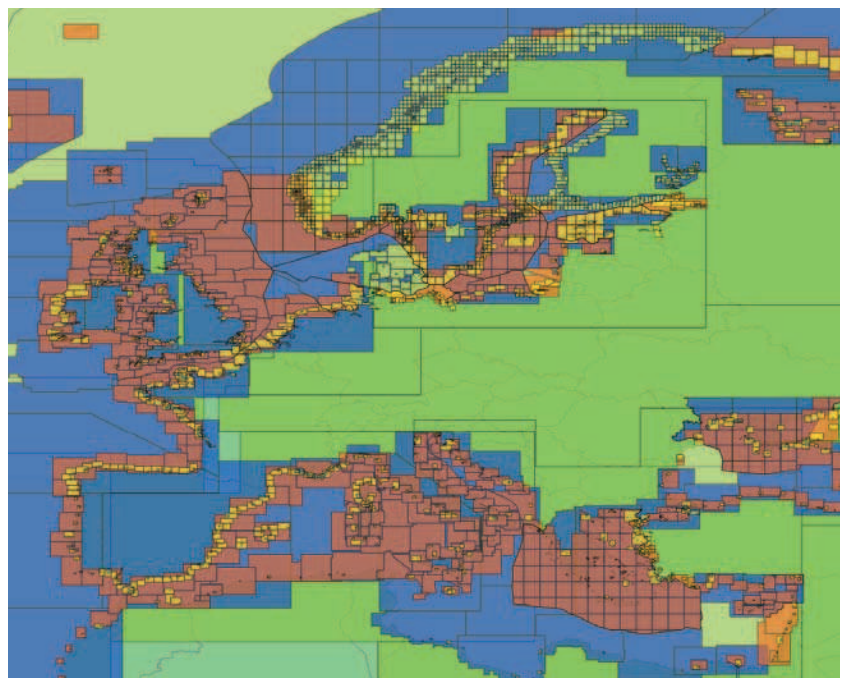
kann für die aktuellen ENCs nur mühselig und sehr zeitverzögert umgesetzt werden, da jede Änderung des Objektkatalogs und der Datendarstellung Eingriffe in die Datenproduktionssoftware an Land und die Applikationssoftware an Bord erfordern. Dies ist bedingt durch den erschwerten Zugriff auf Schiffe in der internationalen Fahrt oft nur mit großer zeitlicher Verzögerung und manchmal gar nicht mit akzeptablem Aufwand umsetzbar. Selbst einfache Anpassungen wie die kartographische Darstellung der von der IMO ab Juli 2005 vorgeschriebenen Wegeführung in ökologisch empfindlichen Inselwelten (Archipelagic Sea Lanes) bedurften fast vier Jahre bis zu ihrer Umsetzung in ENC-Erweiterungen und deren Darstellung in Bordgeräten. Papierseekarten konnten das Problem natürlich weitaus schneller lösen.

- Der Mehrwert elektronischer Seekartensysteme besteht unter anderem in der Kombination der Ortsinformation in Form von Geodaten mit operativen Informationen aus Radar, AIS (Automatic Identification System – UKW-basiertes Kommunikationssystem zum kooperativen Datenaustausch zwischen Schiffen) und synoptischen Quellen für das Wetter, den Strom und den Seegang. Eine interaktive Zusammenfassung dieser Informationen auf Funktionsebene gelingt mit den S-57-basierten ENCs nur unzureichend.

3 Was soll S-100 können?

S-100 setzt auf strikte Konformität mit den ISO-19100-Standards für Geoinformation (IHO 2010). Diese Serie bildet alle Elemente des Umgangs mit geographischen Daten unabhängig von ihrer thematischen Ausrichtung ab und erlaubt damit die Einbindung hydrographischer Daten in das erwei-

Abb. 1: Derzeitige Überdeckung europäischer Gewässer mit ENCs





terte Umfeld raumbezogener georeferenzierter Anwendungen:

- Datenmanagement (einschließlich Definition und Beschreibung),
- Akquisition, Prozessierung, Analyse, Zugriff und Darstellung,
- Datenübertragung zwischen Systemen und Nutzern.

S-100 kann deshalb eine Vielzahl von modernen Anwendungen für hydrographische Informationen abdecken: Bilddaten, Gitterdaten, 3D- und zeitvariante Informationen werden in Datenformaten angeboten werden können, die über die klassische Seekartographie hinaus ganz neue Anwendungen erschließen.

3.1 Neue Terminologie und neue Kernelemente

Die Anbindung von S-100 an die ISO-19100-Serie macht es gegenüber S-57 erforderlich, einige Definitionen und Strukturen zu verändern. In der Tabelle sind die wichtigsten Benennungen in S-100 und S-57 gegenübergestellt.

S-100	S-57
Registry Register	Keine Entsprechung
Feature	Object
Feature Attribute	Attribute
Enumerated values	Attribute values
Curve	Edge
Point	Node
Surface	Face
Feature concept dictionary	Object catalogue
Portrayal catalogue	Keine Entsprechung
Application schema	Application profile

3.2 Die »Registry« und die Register

Das bedeutendste neue Element hinsichtlich der Herstellung der ISO-Konformität ist der Aufbau einer »Registry«, die eine hierarchisch geordnete Struktur von Registern enthält. Für den Begriff der »Registry« gibt es keine deutsche Übersetzung, sie ist als ein Online-Aktenschrank beschreibbar, dessen Schubladen verschiedenen Themengebieten zugeordnet sind. Diese Schubladen sind die Register. Die Register enthalten thematische Sammlungen und Wörterbücher (dictionaries) zu jeweils einem speziellen Schwerpunkt (domain) des Themengebietes. Die dictionaries enthalten den vereinbarten (standardisierten) »Wortschatz« zur datentechnischen Beschreibung des Themenschwerpunktes. Die IHO hat auf ihrer Webseite eine solche ISO-konforme »IHO Geospatial Information (GI) Registry« installiert (http://registry.iho.int/s100_gi_registry/home.php), die folgende Registertypen (Schubladen) umfasst:

- Feature Concept Dictionary (FCD) Register – Datenwörterbücher für Objekte und Attribute,

- Portrayal Register – thematische Sammlungen von Darstellungsregeln,
- Metadata Register – thematische Sammlungen für Metadatenstrukturen,
- Data Producer Code Register – Datenwörterbuch für originäre ENC-Producer-Codes,
- Product Specifications Register – Sammlung von Produktspezifikationen.

Alle Register können in Unterregister für bestimmte Thematiken unterteilt sein, z. B. Seekartographie (Hydro), textgebundene nautische Publikationen (NPubs), Eisbedeckung (Ice), Seezeichen (AtoN) und Verkehrsleitsysteme (VTS). Die Liste der Unterregister ist erweiterbar.

4 Welche Vorteile hat S-100?

Betrachtet man nur den Umfang der Veränderungen in der Terminologie, erscheinen die Unterschiede zu S-57 zunächst nicht gravierend. Tatsächlich bietet die Umstellung auf ISO 19100 jedoch eine ganze Reihe grundlegender Vorteile, die S-100 zu einer stark erweiterten Bedeutung in der datenmäßigen Beschreibung der maritimen Umwelt verhelfen könnten:

- Konformität mit ISO 19100: Neue Komponenten werden nicht länger für isolierte Fachanwendungen entwickelt. Stattdessen wird das Spektrum der Anwendbarkeit hydrographischer Informationen über die Hydrographischen Dienste und ECDIS hinaus auf alle ISO-basierten Fachanwendungen für Geoinformationen vergrößert.
- Anwendbarkeit kostengünstiger standardisierter Software für die Datenerzeugung und die aufbauenden GIS-Applikationen bei niedrigeren Implementierungskosten.
- »Plug and Play«-Aktualisierungen von Datenformat-, Symbol- und Softwareerweiterungen durch Erweiterungsmöglichkeiten des Kernstandards ohne die Notwendigkeit, neue Versionen von Produktspezifikationen zu erzeugen. Bei Änderungen des Datenmodells bzw. der Darstellungsregeln werden diese Elemente in maschinenlesbarer Form gemeinsam mit dem angepassten Datensatz ausgeliefert. Die Applikationssoftware kann so »vor Ort« angepasst werden.

Insbesondere der Registry-Ansatz unterstützt diese Anforderungen viel flexibler als die bisherige Technologie, die auf veränderte Anforderungen an Struktur und Inhalt einer ENC nur mit erheblicher Verzögerung reagieren konnte:

Erweiterbare Feature Concept Dictionaries (FCDs)

Diese Datenwörterbücher verwalten jeweils erweiterbare Definitionen von Objekten, Objektattributen und – als neues Element – Aufzählungen (Enumerations) als frei kombinierbare Basiselemente aller georeferenzierbaren Informationen, die auf irgendeine Weise für den »nassen Bereich« relevant

sind. Dazu gehören Inhalte darstellungs- und textorientierter nautischer Veröffentlichungen ebenso wie Umweltinformationen, Strömungsinformationen, Eisbedeckungen und andere. Aus Kombinationen der in den Dictionaries enthaltenen Basiselemente werden spezifische Objektkataloge (feature catalogues) für Produktspezifikationen erzeugt, die im Product Specifications Register gesammelt werden. Die zweckdienliche Erweiterung der Feature Concept Dictionaries steht grundsätzlich jedem offen; das Management der Einträge wird einer Expertengruppe bzw. -organisation übertragen, die nicht notwendigerweise der IHO zugeordnet ist.

Feature-Kataloge

Die Flexibilität gegenüber dem aus S-57 bekannten Objektkatalog erhöht sich durch folgende Neuerungen:

- Feature-Kataloge für individuelle Produktspezifikation können aus der Kombination von FCD-Einträgen und bereits bestehenden Feature-Katalogen zusammengestellt werden.
- Die Definition der Kombination zwischen Features und Attributen wird durch die Hinzufügung der Wertebereiche numerischer Attribute ergänzt.
- Ein neues Feature vom Typ »Information« wird eingeführt. Es hat keinen eigenen Raumbezug, sondern wird von georeferenzierten Features assoziiert. Dies kann z. B. für die Digitalisierung einer Textinformation im Zusammenhang mit einer Pipeline verwendet werden.
- Ein neuer Typ eines komplexen ISO-Attributs als »Attribut eines Attributs« wird eingeführt.

Portrayal-Kataloge und Darstellungsregeln

Ähnlich wie die FCD-Register enthält das Portrayal-Register Sammlungen von Symbolisierungen und komplexen Darstellungsregeln. Symbolkataloge, die aus diesen Elementen bestehen, stehen im Portrayal-Register bereit und können als Elemente von Produktspezifikationen in gleicher Weise wie Feature-Kataloge registriert werden.

Flexible Versionskontrolle

Ein wesentlicher Vorteil des Registerkonzeptes ist seine Flexibilität. Verschiedene Versionen eines Dictionary-Eintrags können durch eine einheitliche Nomenklatur identifiziert und klassifiziert werden:

- valid (aktuell gültige Version)
- superseded (vorhergehende Version)
- retired (nicht mehr in Gebrauch)
- non valid (vorgeschlagen, aber noch nicht akzeptiert, oder nicht mehr akzeptiert).

Durch diese Vereinbarung ist es möglich, die auf den Eintrag verweisenden Produktspezifikationen aktuell zu halten, ohne neue Versionen dieser Spe-

zifikationen erzeugen zu müssen. Ungültige (non valid) Einträge werden gespeichert, um ihre erneute ungerechtfertigte Einführung zu vermeiden bzw. die vormalige Zurückweisung erkennbar zu machen.

Geometrien

Die ein- und zweidimensionale Geometrie in S-57, bestehend aus Knoten und Kanten, wird in S-100 erweitert. Hinzu gekommen sind komplexe Kurvaturen (composite curves) und Oberflächen (surfaces), die Schwierigkeiten bei der Teilfüllung von Flächen an den Datengrenzen beheben sollen. Dadurch wird es auch an Datengrenzen möglich, einer attributierten Fläche eine eindeutige Geometrie zuzuordnen, während dies in S-57 nur durch die Aneinanderreihung mehrerer Flächenobjekte einschließlich eigener Geometrien möglich war.

Gitterdaten und Bilddaten

Seevermessungsdaten sind Linien oder Wolken einzelner Messpunkte. Sie können in Form irregulärer Gitter und durch eine zwischengeschaltete Modellierung als reguläre Gitter mit konstanter Zellgröße aufbereitet werden. S-100 stellt dafür die erforderliche Definition für Datencontainer zur Verfügung. Dies gilt auch für Bilddaten, wie sie beispielsweise die Fernerkundung, LIDAR oder auch das Scannen von Papierkarten liefern.

Variable Codierung

Die S-100-Datenstruktur ist vollständig vom Datenformat getrennt, das heißt, dass verschiedenartig formatierte Verwertungsformen des identischen Inhalts möglich sind. S-100 wird aktualisierte Schemata für eine ISO-8211-Formatierung, aber auch GML (ein auf Geodaten spezialisiertes XML-Derivat) zur Unterstützung von Web Mapping und Web Feature Services enthalten. Weitere Formate für neue Anforderungen werden bei Bedarf entwickelt. Die erforderliche Software – der »feature catalogue builder« und der »portayal catalogue builder« befinden sich in der Testphase. Sie unterstützen die Auswahl nahezu beliebiger Kombinationen von feature-attribute-Kombinationen und die Zuordnung von grafischen Elementen (Symbole, Linien, Flächen, Text), die zudem mit bestimmten Randbedingungen für ihren Aufruf wie den Zuweisungen von Mindesttiefen für die »safety contour« verknüpft werden können. Diese Zusammenstellungen erfolgen über eine Software, die auf die Registerbestände zugreift und den resultierenden Katalog in den genannten Formatierungen maschinenlesbar exportiert.

Standardisierte Produktspezifikationen

Eine Produktspezifikation ist die komplette Beschreibung aller Elemente eines Geodatenproduktes. Sie umfasst die Datenstruktur, also alle Objekte, Attribute und deren Beziehungen einschließlich der Anweisung zur Herstellung, Distribution und Pflege der Datensätze und – bei Bedarf – die Dar-

stellungsregeln. Die standardisierten Elemente einer Produktspezifikation in S-100 gliedern sich wie folgt:

- Produktbeschreibung,
- Dateninhalte und Struktur,
- Koordinatenreferenzsystem,
- Datenqualität,
- Datengewinnung,
- Datenpflege,
- Darstellung,
- Codierung,
- Datendistribution.

Produktspezifikationen können auch auf Einträge anderer Register referenzieren, wenn sie ISO-19100-konform sind.

Metadaten

Hydrographische Dienste dienen zunehmend auch als nationale Kataster der Territorialgewässer. Für den steigenden Umfang der zu archivierenden Daten sind Aussagen über deren Herkunft, das angewandte Messverfahren und die Datenqualität von hoher Bedeutung. Die S-100-Metadatenkomponente stellt Strukturen bereit, die entsprechend den speziellen Anforderungen eines Datensatzes ergänzt werden können. Das angelegte Register ist in erster Linie für die Markierung digitaler Datenbestände in Form entsprechender Sammlungen ausgelegt; eine Ausweitung auf gedruckte Karten, textorientierte Dokumente und andere nicht explizit raumbezogene Quellen ist jedoch möglich.

Kontinuierliche Fortschreibung

S-100 wird im Gegensatz zu S-57 nicht auf einem bestimmten Entwicklungsstand für einige Zeit »eingefroren«, sondern kann in seinen einzelnen Elementen beständig weiterentwickelt werden – allerdings übt die IHO als Eigentümerin des Registers eine strenge Versionskontrolle aus. Alle Änderungen müssen einem der nachfolgenden Typen zuzuordnen sein:

- Clarification (Klarstellung),
- Correction (Korrektur),
- Extension (Erweiterung).

5 Das Registry- bzw. Register-Management

Die inhaltliche Verantwortung für ein Register wird durch folgende Instanzen ausgeübt:

- den Registry bzw. Register Owner,
- den Registry bzw. Register Manager,
- die Registry bzw. Register Control Bodies,
- die Submitting Organisations.

Registry bzw. Register Owner

Diese Körperschaft hat die Verantwortung für die Registry bzw. das Register als Ganzes, d. h. sie steuert die Einrichtung, den Betrieb und deren konzeptionelle Ausrichtung. Der Register Owner beruft das Steuerungsgremium (»Control Body«), sorgt

für die Benennung der Register Manager und stellt Schnittstellen für die Register-Nutzer bereit. Im konkreten Fall ist die IHO Registry Owner und Register Owner gleichermaßen.

Registry bzw. Register Manager

Der Register Manager ist ein vom Registry bzw. Register Owner benannter Fachmann, der die Datenbankeinträge der Register administriert, Änderungsvorschläge umsetzt, seine Aktivitäten mit dem Registry bzw. Register Control Body koordiniert und dem Registry bzw. Register Owner regelmäßig über alle Aktivitäten, die die Registry und die enthaltenen Register betreffen, berichtet.

Registry Control Body

Das Gremium wird durch die Leiter der verschiedenen technischen Arbeitsgruppen des Hydrographic Standards and Services Committee (HSSC) der IHO sowie die Vertreter anderer Organisationen gebildet, die sich der IHO-Registry bedienen. Es entscheidet über Grundsatzfragen der Struktur und der Nutzung der Registry.

Register Control Body

Gemeint ist eine Gruppe von technischen Experten, die vom Register Owner benannt wurde und die über die vorgeschlagenen Änderungen und Ergänzungen der Registereinträge wacht und den Register Manager entsprechend beauftragt. Typischerweise handelt es sich hier um Mitwirkende der verschiedenen technischen Arbeitsgruppen des HSSC der IHO.

Submitting Organisations

Damit werden alle Körperschaften bezeichnet, die entsprechend dem Wissen und der Aufsichtsfunktion des Register Managers kompetent sind, sowohl Änderungs- und Ergänzungsvorschläge für die bestehenden Register zu machen als auch die Einrichtung neuer Register anzulegen.

6 Plan zur S-100/S-101-Entwicklung und -Implementierung

Der Basisstandard S-100 »IHO Universal Hydrographic Data Model« (UHDM) ist gemäß den Regularien der IHO nach Abstimmung der 80 Mitgliedsstaaten verabschiedet und seit dem 1. Januar 2010 formell etabliert worden. Ähnlich wie S-57 die Basis für die Definition der gegenwärtig genutzten »ENC Product Specification« als separates Dokument liefert, soll S-100 als Rahmenwerk für eine ganze Familie von Produktabteilungen mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten dienen. Die wichtigste auf S-100 basierende Produktspezifikation aus Sicht der IHO wird S-101 sein – die ENC-Produktspezifikation der nächsten Generation. Abb. 2 zeigt den aktuellen Stand der »S-101-Roadmap« für die Entwicklung und den Test bis zur Marktreife von S-101. Wird das »Year 0« mit dem Jahr 2014 gleichgesetzt, so ergibt sich bis zur Einführung ein Zeitraum von

weiteren dreieinhalb Jahren bis zum Beginn des Jahres 2018.

Ein solcher Zeitraum erscheint in Zeiten beschleunigter technologischer Veränderung unangemessen lang – jedoch ist der Bereich der Navigationsausrüstung für die internationale Seeschifffahrt aus Sicherheitsgründen außerordentlich stark reglementiert und Anpassungen sind dementsprechend zeitaufwendig. Zudem erfordert auch die Umstellung der Datenproduktionssysteme bei den staatlichen Hydrographischen Diensten einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf – und selbst in solchen Zeiträumen ist noch mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen. S-101 wird S-57 als Basisstandard für ENC's zwar vermutlich im Jahr 2018 ablösen – aber auch danach wird es weiterhin ein paralleles Angebot von S-57-ENC's für Bestandsgeräte geben müssen. Noch ist unklar, in welcher Weise die Produktionssysteme diese Parallelität unterstützen werden.

Für einen gewissen Zeitraum ist auch eine Konvertierung denkbar, die gegebenenfalls auch beim Datenprovider durchgeführt wird. Solche Konvertersoftware ist bereits in einer Testphase. Dieses Konzept versagt jedoch dann, wenn S-101-ENC's vom Hersteller zukünftig Eigenschaften mitgegeben werden, die in S-57 nicht vorgesehen sind. Dazu gehören neue Geometriemöglichkeiten und bestimmte Attributierungen. Fraglich ist, ob die IMO in diesem Fall die Ausstattung der in Fahrt befindlichen Schiffe mit S-101-kompatiblen ECDIS-Systemen forcieren wird, denn mit einem Softwareupdate vorhandener Systeme wird eine Aufwärtskompatibilität in den meisten Fällen nicht möglich sein. Vielmehr muss stattdessen erwartet werden, dass es im Seebereich für einen gewissen Zeitraum eine Zweiklassengesellschaft von Schiffen mit S-57-kompatibler und S-100-kompatibler Navigationstechnik geben wird. Hierin liegt auch

eine Aufgabe der schiffsausrüstenden Industrie, durch die Verdeutlichung von Produkt- und Kostenvorteilen den Umstieg zu beschleunigen. Dafür bietet die Entgrenzung des S-100-Konzepts über die Hydrographie hinaus attraktive Möglichkeiten.

7 Der Zauber der Interoperabilität

Von Anfang der Entwicklung an wurde die Ableitung von S-100-basierten Datenprodukten für einen vergrößerten themenübergreifenden Nutzerkreis – z. B. in der Ozeanographie und dem integrierten Küstenzonenmanagement – angestrebt. Die offensichtlichen Vorteile des S-100-Konzepts sind unterdessen schon von weiteren Interessengruppen akzeptiert worden. Einige Produktableitungen sind bereits in der Umsetzungsphase; für andere wurde zumindest der Namensraum zukünftiger Datenstandards bereits festgelegt (HSSC 2013, Annex G):

International Hydrographic Organization IHO S-101 to S-199

- IHO S-101 ENC (in Bearbeitung),
- IHO S-102 Bathymetric Surface (bereits verfügbar),
- IHO S-103 Sub-surface Navigation,
- IHO S-111 Surface Currents,
- IHO S-121 Maritime limits and boundaries (in Bearbeitung),
- IHO S-122 Marine Protected Areas,
- IHO S-123 Radio Services,
- IHO S-124 Navigational warnings,
- IHO S-125 Navigational services,
- IHO S-126 Physical Environment,
- IHO S-127 Traffic Management,
- IHO S-1xx Marine Services,
- IHO S-1xx Digital Mariner Routeing Guide,
- IHO S-1xx Harbour Infrastructure,
- IHO S-1xx (Social/Political).

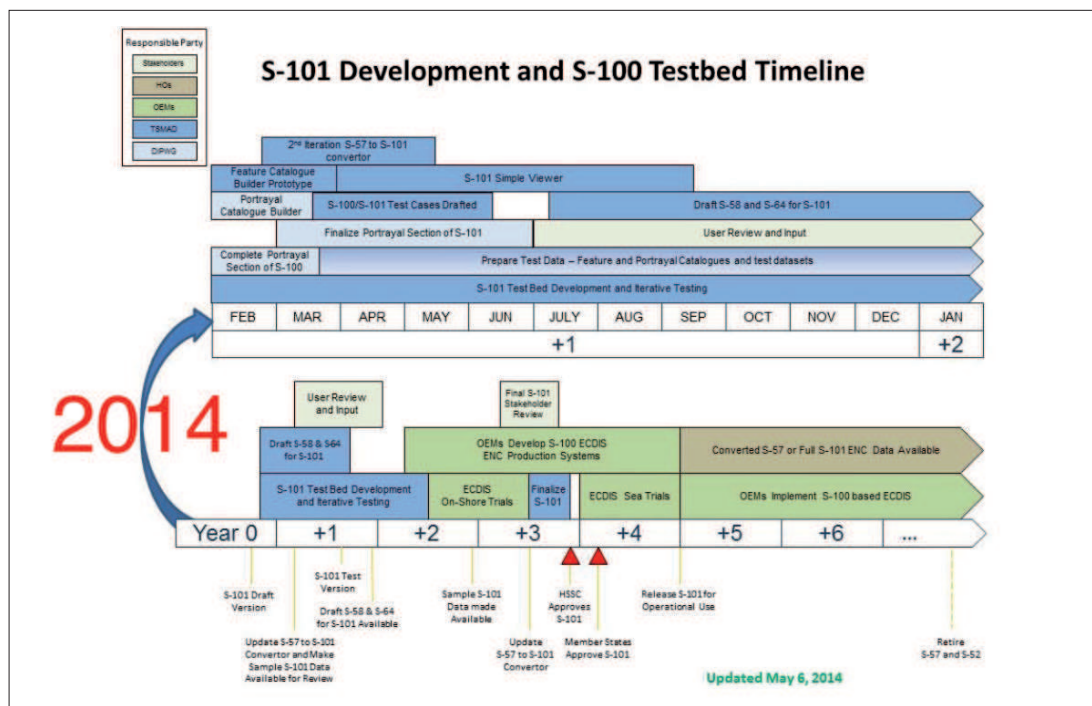


Abb. 2: Value added Roadmap für die Entwicklung und Implementierung von S-101, Stand Mai 2014 (IHO 2014)

International Lighthouse Authority IALA**S-201 to S-299**

- IALA S-201 Aid to Navigation Information,
- IALA S-20x Inter-VTS Exchange Format,
- IALA S-20x Application Specific Messages,
- IALA S-20x (Maritime Safety Information).

International Oceanographic Commission IOC**S-301 to S-399**

- ...

Various**S-401 to ...**

- IEHG S-401 Inland ENC,
- JCOMM S-411 Sea ice (bereits verfügbar),
- JCOMM S-412 Met-ocean forecasts.

Auf dem langen Weg von der Vision des S-100-Ansatzes zu dessen Realisierung in Form abgeleiteter Datenproduktdefinitionen ist dabei vor allem der Vorteil der Interoperabilität der Datensätze unterschiedlicher Themengebiete als wirklich bedeutender Technologieschritt immer deutlicher geworden. Bei konsequenter Anwendung können nun auf der Anwenderseite auf vergleichsweise einfache Art Informationen aus Wissensgebieten miteinander verknüpft werden, die sich bisher zwar immer thematisch, aber selten technisch nahe waren. Offensichtliche Assoziationen sind hier die Hydrographie, die Ozeanographie und die Meteorologie. Die E-Navigation-Strategie der IMO könnte allerdings den Anlass bieten, die S-100-Architektur thematisch noch erheblich weiter ausgreifen zu lassen.

8 E-Navigation baut auf S-100 auf

Der Ausdruck »E-Navigation« tauchte erstmals 2008 auf dem Arbeitsplan des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO auf (IMO 2009). Die seinerzeit eingerichtete Korrespondenzarbeitsgruppe unter norwegischer Leitung erfuhr enorme Zustimmung und führt seitdem eine leidenschaftliche Debatte, wie die seemännische Schiffsführung im Zusammenwirken mit der von Land aus betriebenen Verkehrslenkung im 21. Jahrhundert technisch ausgestaltet sein könnte. Eine der wenigen allgemein akzeptierten Ergebnisse dieser noch andauernden Diskussion ist das Erfordernis der Definition eines übergreifenden E-Navigation-Datenmodells, welches alle schiffahrts- und umweltbezogenen Thematiken strukturell abbilden kann.

Diese sogenannte »Common Maritime Data Structure« (CMDS) soll laut Beschluss der IMO auf dem S-100-Rahmenwerk der IHO aufbauen. Die CMDS bildet eine der sogenannten »sieben Säulen der E-Navigation« (siehe den Beitrag auf S. 14). Möglicherweise ist sie das bedeutendste Element, denn sie liefert den verbindenden »Zement« für die anderen sechs Trägerelemente:

- die generelle Systemarchitektur,
- die technische Schiffsausrüstung,

- maritime Informations- und Datendienste der Landseite (»Maritime Service Portfolios«),
- die Kommunikationstechnologie,
- die hochverfügbare Bestimmbarkeit von Position, Kurs und Zeit,
- die landseitige Infrastruktur.

Das S-100-Register ist in seiner gegenwärtigen Struktur für diesen über die Hydrographie hinaus enorm erweiterten thematischen Umfang nicht eingerichtet. Der Autor dieses Artikels hat deshalb vorgeschlagen, die S-100-Register-Definition aufzuweiten. Ziel ist die Transformation der gegenwärtigen »Geospatial Information Registry« in eine »Marine Information Registry« unter Beibehaltung der grundsätzlich in S-100 vorgegebenen Strukturen und technischen Realisierungen. Zu diesem Zweck sollten folgende Registertypen eingeführt werden:

- Feature (Objektklassen und Attribute),
- Exchange (Datenaustausch),
- Portrayal (Visualisierung),
- Interaction (Bedienerschnittstelle),
- Metadata (Daten über Daten).

Diese Registertypen können zu einer Gruppe zusammengefasst werden, die das »Basic Register« bildet. Das Gruppenelement »Exchange« wurde eingefügt, um Datenaustauschformate aufzunehmen. Ebenfalls neu ist das Gruppenelement »Interaction«. Es beheimatet Vereinbarungen über ergonomische Anforderungen an Bedienknöpfe, über Menüs und Ähnliches in Hard- und Software. Neben dem »Basic Register« wird ein »Product Register« aufgebaut. Es soll Produktspezifikationen enthalten, die – in Abwandlungen des gegenwärtigen S-100-Konzepts – nicht auf Datenaustauschformate beschränkt sind, sondern auch komplexe Modelle von Dienstleistungen und physischen Geräten abbilden können. Möglicherweise bedarf es hier auf einer weiteren Ebene der Unterscheidung zwischen »Services« und »Devices«. Daraus würde sich z.B. ergeben, dass für ECDIS eine komplexe maschinenlesbare Funktionsbeschreibung als Produktspezifikation im »Product Register« bzw. »Product Device« enthalten sein könnte. Die Spezifikationen für Datenaustauschformate der Geospatial Information Registry würden in den Registertyp »Exchange« verschoben. Die Spezifikation für S-101-ENCs würde sich dann unter dem Eintrag »Basic Register/Exchange/Environment/Hydrography« wiederfinden.

Um tatsächlich alle Felder des E-Navigation-Konzepts in einer Registerstruktur abbilden zu können, sollten – bis auf den Bereich »Metadata« – alle Registertypen in weitere thematische Hauptkategorien gegliedert werden:

- Environment,
- Infrastructure,
- Units,
- Operation,
- Load.

Literatur

- HSSC (2013): HSSC5 Final Minutes, Shanghai, November 2013
 IHO (2010): IHO S-100 Standard Version 1.0.0 – January 2010
 IHO (2014): IHO S-100 Value added Roadmap, May 2014
 IMO (2009): IMO-MSC86/26: Report of the Maritime Safety Committee on its eighty-sixth Session, London, 12 June 2009

Der Vorschlag unterstellt, dass diesen fünf thematischen Hauptkategorien jedwede maritime Thematik, Gegebenheit und Aktivität zugeordnet werden kann! Natürlich müssen die Hauptkategorien für detaillierte Registereinträge noch weiter verfeinert werden. Das folgende Beispiel soll diese Verfeinerung illustrieren, wobei zu bedenken ist, dass das Registerkonzept insgesamt auf den weiteren Ausbau ausgelegt ist, wenn die Modellierung dies erfordert (vgl. Abb. 3):

- Environment
Hydrography, Oceanography, Meteorology ...
- Infrastructure
Waterways, Harbour facilities, WWRNS, AIS, LRIT, Communication systems (all relevant frequency bands) ...
- Units
Vessel, Floating unit, Group of units, Offshore installation, Aircraft ...
- Operation
Voyage, Crew, ISM, Pilotage, Security, VTS, MIS, SAR ...
- Load
Cargo, Passenger, Fuel, Waste ...

Die nächste Ebene könnte folgendermaßen verfeinert sein (vgl. Abb. 3):

- Vessel
Navigation, Voyage, Engine, Facilities, Spare parts ...

Die notwendige Granularität der Registerstruktur hängt von den spezifischen Anforderungen der zu modellierenden Entität ab. In überlappenden Themengebieten müsste das Registermanagement für eindeutige Zuweisungen sorgen. Beispiele dafür wären die Registerbereiche »Hydrography« unter der Aufsicht der IHO und »Oceanography« in der Zuständigkeit der IOC. Seezeichen und Verkehrsleitdienste könnten dagegen von der IALA betreut werden usw. Die Koordinierung dieser Registeraufsicht könnte durch die bereits durch die IMO eingerichtete »IMO/IHO Harmonization Group on Data Modeling« (HGDM) erfolgen, die ihre Tätigkeit jedoch noch nicht aufgenommen hat. Für die am stärksten im Fokus der Modellierung stehende Einheit – das »Schiff« (»Vessel«) – könnte das Registermanagement direkt im Auftrag der IMO ausgeübt werden. Abb. 3 zeigt ein Beispiel, wie die entsprechende Struktur in einer zukünftigen »Marine Information Registry« aufgebaut sein könnte.

Ausblick

Die Elektronische Seekarte kann für sich das historische Verdienst beanspruchen, das erste mobile digitale Geoinformationssystem gewesen zu sein, das die Mobilität seines Trägers aktiv steuert. Wurden im Seeinsatz zunächst einige Entwicklungen vorweggenommen, die später im Landbereich reüssierten – z. B. die Routenplanung –, so scheint sich dieser Trend gegenwärtig umzukehren. »Lo-

cation based services« – als detailreiche ergänzende Informationen zum aktuellen Aufenthaltsort in Handys gehen konzeptionell weit über den von ECDIS bekannten »pick report« als Abfrage der Objekteigenschaften an einer geographischen Position hinaus. S-100 wird die Implementierung solcher Funktionserweiterungen der Bordsysteme ebenso unterstützen wie »Augmented reality«: die Fusion kartographisch aufbereiteter Geodaten und dreidimensionaler fotografiertes oder computergenerierter Abbilder der Realität, die bereits für die Navigation im Nebel erfolgreich erprobt wurden. Die sich im Landbereich sehr dynamisch entwickelnden mobilen GIS-Systeme werden dank S-100 ihre anwendungsgerechten Adaptationen im Seeinsatz wiederfinden. Derzeit steht vor allem die Dynamisierung des Kartenbilds durch die Auswertung aktueller Strom- und Gezeiten-daten ganz oben auf der Wunschliste der Anwender. Hier wird die Interoperabilität der Datensätze ebenso für Fortschritte sorgen wie auch bei einer integrativen Verwertung ozeanographischer und meteorologischer Daten, die die unzeitgemäße Separation der Hydrographie, der Ozeanographie und der Meteorologie überwinden und den Bedarfsträgern ganz neue thematische Verknüpfungen von Informationen des Seeraumes anbieten könnte. Ein darüber noch hinausreichendes Ziel könnte die Modellierung aller marinen Aspekte im Rahmen der E-Navigation-Strategie der IMO sein. Die Umsetzungsschritte des daraus abgeleiteten Programms sind unter den IMO-Mitgliedsstaaten jedoch derzeit umstritten. Vom Verlauf dieser Diskussion wird abhängen, wann sich der Blick wieder auf die Notwendigkeit der Ertüchtigung von S-100 als maritimes Weltmodell richten wird. Die IHO muss die verbleibende Zeit nutzen, um Realisierungen des S-100-Konzepts in Form von S-100-konformen Datendiensten auf den Weg zu bringen. ⚓

Abb. 3: Vorschlag für eine Registerstruktur zur objektorientierten Beschreibung der Entität »Vessel«

