

Journal of Applied Hydrography

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

06/2026

HN 134

Hydrographie
im Kontext der
Nachhaltigkeit



Beiträge vom
38. Hydrographentag
und DVW-Seminar



Elektronische Seekarte im Wandel

Ein Beitrag von JENS SCHRÖDER-FÜRSTENBERG

elektronische Seekarte | ECDIS | S-52 | S-57 | S-100 | S-101 | Dual Fuel
 electronic navigational chart | ECDIS | S-52 | S-57 | S-100 | S-101 | Dual Fuel

Autor

Jens Schröder-Fürstenberg arbeitet beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Hamburg.

jens.schroeder-fuerstenberg@bsh.de

1 Einleitung

Seekarten unterstützen die Navigation schon seit vielen Jahrhunderten. Anfangs ergänzten sie lediglich schriftliche Segelanweisungen, doch im 19. Jahrhundert wurden sie zur Hauptquelle für eine sichere Navigation. Die Darstellung der Karteninhalte basiert seit nunmehr gut 200 Jahren auf wissenschaftlichen Grundlagen. Das betrifft sowohl die Navigation auf See als auch in der Binnenschifffahrt.

Im Jahr 1919 trafen sich Vertreter aus 24 Nationen in London zu einer Hydrographischen Konferenz und beschlossen die Gründung einer dauerhaften Organisation, welche die weltweiten hydrographischen Aktivitäten standardisieren sollte. Zwei Jahre später entstand daraus die International Hydrographic Organization (IHO) mit damals 19 Mitgliedsstaaten. Heute gehören der IHO 104 Mitgliedsstaaten an (IHO 2026).

Während es in der Binnenschifffahrt Wasserstraßenkarten gab und gibt (WSA 2026), richteten sich elektronische Binnenschifffahrtskarten (WSV 2026) weitestgehend an den Standards der elektronischen Seekarten der IHO aus.

Um Standardisierungsarbeiten effizient und koordiniert durchführen zu können, ist die Arbeit der IHO in zwei Komitees aufgeteilt. Während sich ein Komitee hauptsächlich mit der Koordinierung der internationalen Zusammenarbeit beschäftigt, fokussiert sich das zweite auf die Entwicklung technischer Standards für hydrographische Produkte und Dienste.

Die IHO initiierte die Entwicklung elektronischer Seekarten Ende der 1980er-Jahre. Dabei setzte sie konsequent auf Aufgabenteilung zwischen der Bereitstellung von Daten und deren Darstellung.

2 Aktuelle Standards

Die nationalen Hydrographischen Dienste (wie beispielsweise das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Deutschland) produzieren Datenpakete, deren Inhalte auf einem standardisierten Datenaustauschformat (S-57) basieren (IHO 2000). Jedes Datenpaket ist eine einzelne Datenbank. Das S-57-Datenaustauschformat besteht im Wesentlichen aus der Zweiteilung von Geometrie und deren kartografischen Merkmalen (Features) nebst zugehörigen Attributen. Attribute können verschiedene Attributwerte enthalten. Durch diese Struktur ist es möglich, mit einer relativ begrenzten Anzahl von Datenmodellelementen die

reale Welt umfassend abzubilden. Dazu müssen gegebenenfalls kartografische Merkmale aggregiert oder Assoziationen gebildet werden.

Für die Darstellung auf speziell dafür entwickelten Elektronischen Seekartenanzeige- und Informationssystemen (ECDIS) gibt es einen gesonderten Standard (S-52) (IHO 2014). Dieser ist in den ECDIS an Bord integriert. Alle über den reinen Karteninhalt hinausgehenden zusätzlichen Informationen überlagern den Karteninhalt. ECDIS verhindert Manipulationen am Karteninhalt und blendet die elektronische Seekarte bei Bedarf allein ein.

3 Grenzen aktueller Standards

Über die Jahre zeigte sich, dass die Teilung von Daten und Datenanzeige nicht optimal ist. Die Welt ändert sich fortwährend, und mit diesen Änderungen sind auch Anpassungen an kartografischen Darstellungen beziehungsweise an Informationsbereitstellungen notwendig. Während die Anpassung des S-57-Standards relativ unproblematisch realisierbar wäre, würde die damit notwendige Aktualisierung der Datenanzeige (S-52) teilweise unmöglich. Anpassungen der Darstellung scheiterten oft an der technischen Ausstattung der Schiffe. Manche ECDIS-Geräte stammen von Herstellern, die nicht mehr existieren, was Updates unmöglich macht.

Die Regularien für die Installation von ECDIS an Bord werden von der Internationalen Schifffahrtsorganisation (IMO) festgelegt. Dort ist geregelt, dass alle Schiffe eine einheitliche Information über das befahrene Seegebiet haben müssen. Unterschiedliche Informationsstände als Konsequenz von S-57- und S-52-Änderungen und deren Implementierung in den an Bord vorhandenen Anlagen sind nicht erlaubt. Als Konsequenz hat die IHO den S-57-Standard seit nunmehr 25 Jahren eingefroren und erlaubt nur Änderungen und Klarstellungen in den beiden Standards, die keine Auswirkungen auf die Kartendarstellung haben.

4 Der neue Standard: S-101

Um diese Einschränkungen zu überwinden, führte die IHO den neuen Standard S-101 ein (IHO 2024a).

Dieser neue Seekartenstandard basiert auf einem neuen Datenrahmen namens S-100. S-100 basiert auf den 19100er-ISO-Geodatenstandards (ISO 2002). Das Datenmodell umfasst, im Gegensatz zum S-57-Standard, eine viel größere Auswahl

an Datenformaten, Geometrieoptionen, kartografischen Merkmalen, ergänzenden Informationsmerkmalen und -beziehungen. Zusätzlich ist die Codierung ausgewählter Attributinformationen als komplexes Modell möglich. Diese neuen Möglichkeiten des S-100-Standards entfalten ein völlig neues Potenzial der Informationsdarstellung.

Im S-57-Standard werden ausschließlich unidirektionale Beziehungen zwischen kartografischen Merkmalen und ergänzenden Beschreibungen genutzt. Das heißt, ein kartografisches Merkmal hat eine Beziehung zu einer oder mehreren ergänzenden Beschreibungen. Wenn jetzt eine Datenbankabfrage initiiert werden würde, dann wäre es möglich, zu erfahren, welche Beschreibung zu welchem kartografischen Merkmal passt. Es ist jedoch nicht möglich, zu erfahren, welche kartografischen Merkmale zu einer ergänzenden Beschreibung passen würden. Mit anderen Worten: Ein kartografisches Merkmal weiß, dass es eine ergänzende Beschreibung hat. Die ergänzende Beschreibung weiß aber nicht, zu welchem kartografischen Merkmal sie gehört.

Um diesem Missstand zu begegnen, wird im neuen S-101-Standard die bidirektionale Beziehung zwischen einem kartografischen Merkmal und einer ergänzenden Beschreibung genutzt. Diese Änderung der Beziehungen zwischen zwei Datenbankelementen hat signifikante Auswirkungen in der Nutzung der Datenbankeinträge. In der neuen S-101 (ENC) sind also zwei Abfragen möglich: Welches kartografische Merkmal hat welche ergänzende Beschreibung? Und welche ergänzende Beschreibung passt zu welchen kartografischen Merkmalen?

5 Interoperabilität

Eine weitere Entwicklung, welche durchaus Potenzial hat, die Nutzung von Karten zu revolutionieren, ist die Einführung von Interoperabilitätsmechanismen. Diese reichen von der einfachen Überlagerung oder dem einfachen Austausch von kartografischen Merkmalen bis hin zur komplexen Hybridisierung der Attribute eines kartografischen Merkmals oder gar der Änderung des geometrischen Ausmaßes eines kartografischen Merkmals. So entstehen aktuellere und detailliertere Darstellungen. Allerdings bergen diese Mechanismen Risiken: Benachbarte Kartenbereiche könnten je nach Datenverfügbarkeit dasselbe Merkmal unterschiedlich darstellen.

Die Idee, Karteninhalte elektronischer Seekarten mit zusätzlichen Inhalten anzureichern, ist nicht neu. Schon in der S-57-Welt gab es technische Anwendungen, die Höhe der Gezeit bezogen auf einer Zeitachse so zu integrieren, dass es zu Änderungen im Tiefenbild kommt. Zudem gab es Bemühungen, den Karteninhalt mit zusätzlichen Informationslagen anzureichern. Die Lösungen, die direkt in die Darstellung des Karteninhalts eingriffen, sind über Prototypen und Anwendungen in inoffiziellen See-

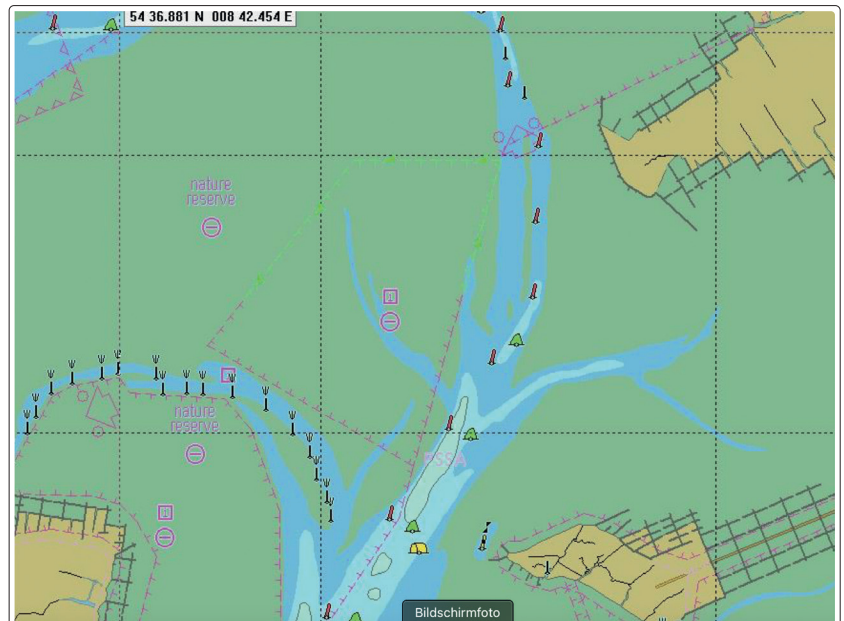


Abb. 1: Darstellung eines Robbenschutzgebiets in S-101 (ENC) und S-122 (Marine Protected Area)

kartensystemen nicht hinausgekommen. Einzig die Überlagerung des Kartenbilds mit zusätzlichen Informationslagen hat bei vielen Anwendungen eine bemerkenswerte Stabilität erreicht (Abb. 1). Diese Dienste wurden meistens von den Herstellern der ECDIS-Anlagen oder speziellen Dienstleistern angeboten. Offiziellen Einzug in die Herstellung von ENC hatten diese Dienste jedoch nie.

6 Vorteile von S-101

Die neue S-101 (ENC) ist ein Vektordatenprodukt unter dem S-100-Datenrahmen. Der S-100-Datenrahmen erlaubt zurzeit folgende Datenformate:

- Vektordaten nach dem ISO 8211-Standard,
- Vektordaten nach dem OGC GML-Standard,
- Rasterdaten im OGC hdf5-Standard.

Neben der elektronischen Seekarte gibt es also unter dem S-100-Datenrahmen andere Informationselemente, welche von der IMO als ENDS (Electronic Navigation Data Services) definiert wurden (IHO 2024b). Die ENDS korrelieren mit navigatorischen Diensten, die von der IMO im Rahmen ihres E-Navigation-Konzepts entworfen wurden.

7 S-101 Seekarten im Detail

Es gilt der Grundsatz, dass bei elektronischen Seekarten Detaildeutlichkeit und eine hohe Verlässlichkeit Voraussetzungen für eine sichere Nutzung sind.

Die mit der S-100-Einführung verbundenen Möglichkeiten der besseren Textplatzierung in der elektronischen Seekarte führen zu besserer Lesbarkeit und Erfassung des S-101-ENC-Karteninhalts. Informationsüberlagerungen gehören damit in die Vergangenheit. Die Notwendigkeit, zeitweise den Text zur besseren Erfassung des Kartenbilds auszublenken, entfällt.

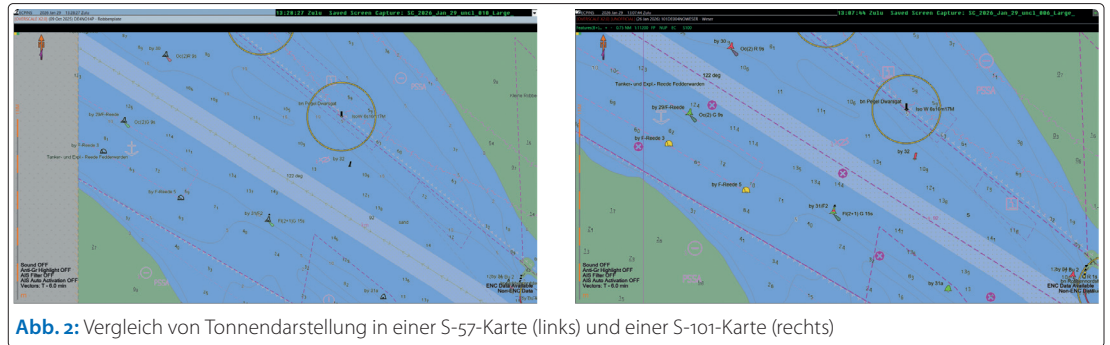


Abb. 2: Vergleich von Tonnendarstellung in einer S-57-Karte (links) und einer S-101-Karte (rechts)

Gleichzeitig sind die Tonnensymbole jetzt farblich dargestellt. Damit ist ein besserer Abgleich zwischen Angaben in der Seekarte und der Realität möglich. Die Aussage mag zunächst unspektakulär wirken, doch die präzise Übertragung optischer Wahrnehmung in die Kartenwelt erfordert erhebliche mentale Leistung. Gerade in Revieren wie der Weser oder auf stark befahrenen Flüssen wie Rhein, Donau oder Elbe, wo hoher Verkehr, komplexe Umwelteinflüsse und volle Konzentration auf die Schiffsführung zusammentreffen, ist jede Verringerung des notwendigen »Abgleichs« zwischen Realität und Karte ein Gewinn.

Mit der S-101-Karte sieht das nautische Personal auf dem Display genau das, was es auch draußen wahrnimmt, ohne Interpretationsspielräume, ohne »Übersetzungsfehler«. Das Ergebnis ist ein deutlich entspannteres und sichereres Navigieren. Es sind die vielen kleinen Stellschrauben im Detail, die die S-101-Karte in der praktischen Nutzung spürbar einfacher machen. Sie erleichtert die Navigation und verschafft dem Nautiker wertvolle Zeit für die eigentliche Schiffsführung (Abb. 2).

Zudem unterstützt S-101 die Möglichkeiten autonomer Navigation, indem es die Daten in maschinenlesbarem Format bereitstellt. So kann ein Seegebiet in Go-/No-Go-Bereiche unterteilt werden. Eine grafische Darstellung dieser Bereiche ist auf unbemannten Schiffen nicht notwendig.

Die IMO hat in den Mindestanforderungen für S-100-fähige ECDIS festgelegt, dass die elektronische Seekarte im S-101-Format immer die Grundlage für alle zusätzlichen Informationen sein muss. Sie dient als Rückfalloption, falls die Datenvielfalt auf dem Bildschirm zu komplex wird. Die S-101-

ENC definiert damit auch den Mindestinformationsumfang, der allen Schiffen zur Verfügung gestellt werden muss, um der genannten IMO-Anforderung nach einer einheitlichen Information über das befahrene Seegebiet zu entsprechen.

Andere S-100-Datenprodukte können den S-101-Inhalt überlagern, mit ihm interagieren oder austauschen. Welcher Inhalt bereitgestellt wird, entscheidet letztendlich der Schiffseigner beziehungsweise der Charterer. Dabei werden sicherlich auch finanzielle Aspekte eine Rolle spielen.

8 Praktische Anwendungen

Ein sehr gutes Beispiel für den Wandel der elektronischen Seekarten ist die Bereitstellung aktueller Wassertiefen unter Nutzung der S-100-Rasterdatenprodukte für hochaufgelöste Bathymetrie und aktuelle Wasserstände. Diese Daten können genutzt werden, um eine tiefgangsspezifische Sicherheitswassertiefenlinie auf die Karte zu projizieren. Damit besteht jetzt die Möglichkeit, den Navigationsraum eines Schiffes passgenau zu bestimmen (Abb. 3).

Das S-100-Datenmodell stellt auch Möglichkeiten bereit, Handbuchinformationen umfassend und gut strukturiert sowie schiffsspezifisch aufbereitet abzurufen. Das S-57-Datenmodell bietet folgende Möglichkeiten, Handbuchinformationen bereitzustellen:

- M_PUB: Metainformation über die Existenz einer nautischen Publikation für das Seegebiet,
- TXTDSC: Referenz zu einer unstrukturierten Textdatei beliebiger Länge,
- INFORM: Kleine Textdatei, welche auf dem Bildschirm dargestellt wird,
- PUBREF: Referenz zu einem Handbucheintrag.

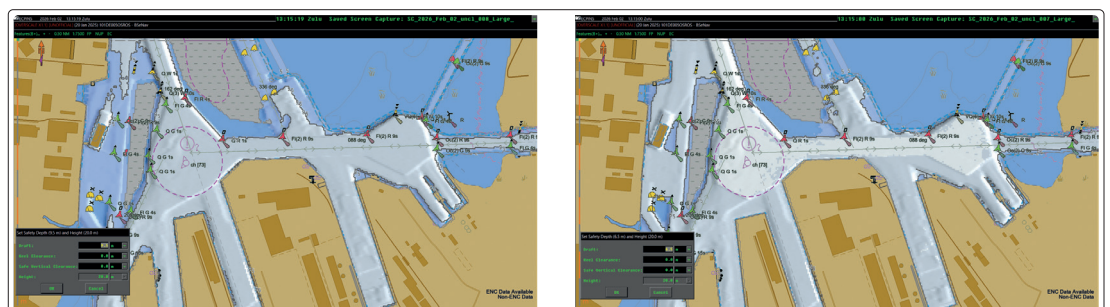


Abb. 3: Änderung des navigierbaren Seeraums auf Basis unterschiedlicher Safety-Contour-Werte (links: 9,5 m; rechts: 6,5 m)

Im Gegensatz dazu bieten alle S-100-basierten Vektordatenprodukte die Möglichkeit, Texte umfangreich und vor allem strukturiert bereitzustellen. Das Datenmodell bietet dafür vier Optionen, um Handbuchinformationen thematisch einzuordnen.

Zusätzlich ist es möglich, die Informationen so aufzubereiten, dass die Schiffparameter Beachtung finden und die Information für genau einen definierten Schiffstyp, Schiffparameter und Ladung aufbereitet wird. Das ist auch für die Datennutzung in der autonomen Navigation von großer Bedeutung.

9 Übergang zur S-100-Welt

Der Übergang von der derzeitigen flächendeckenden S-57-Abdeckung zu einer Abdeckung mit S-100-basierten Produkten passiert nicht über Nacht. Die globale hydrographische Gemeinschaft ist gefordert. Es wird damit gerechnet, dass der vollständige Übergang in die S-100-Welt mindestens zehn Jahre dauern wird. In der Übergangszeit wird es Gebiete geben, in denen sowohl Daten im S-57- als auch im S-101-Standard vorhanden sind und parallel genutzt werden. Diese Dual-Fuel-Situation erfordert, dass ECDIS-Geräte beide Welten strikt voneinander trennen können (Abb. 4).

Es wird möglich sein, dass in nicht offiziell zugelassenen elektronischen Kartensystemen (ECS) S-100-Datenprodukte die S-57-Karte überlagern. Das ist insbesondere für Nutzer von Bedeutung, die auf individuelle Softwarelösungen setzen und in der Vermischung von beiden Welten einen Mehrwert sehen.

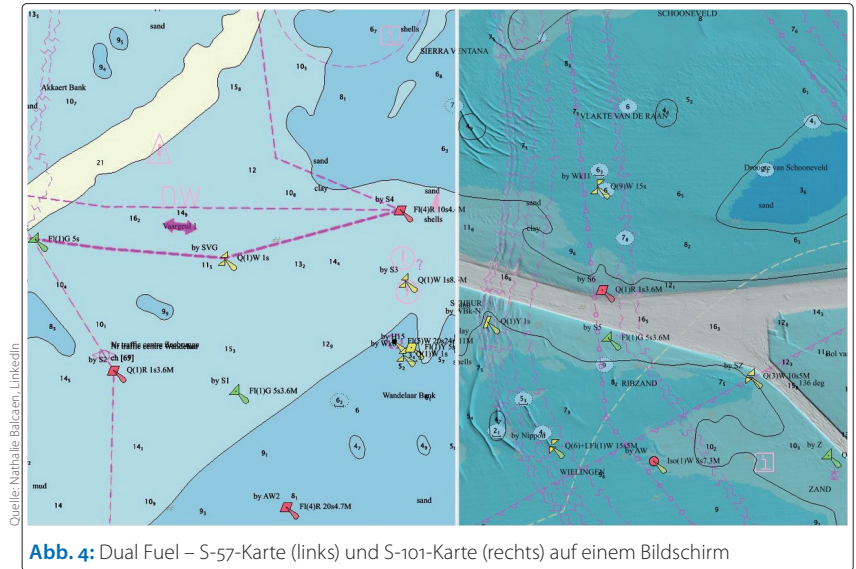


Abb. 4: Dual Fuel – S-57-Karte (links) und S-101-Karte (rechts) auf einem Bildschirm

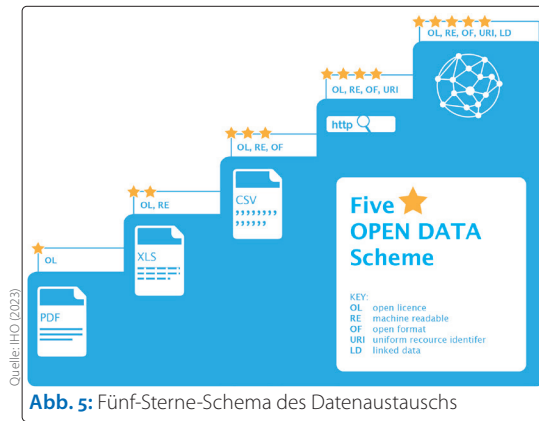


Abb. 5: Fünf-Sterne-Schema des Datenaustauschs

10 Ausblick

Obwohl S-101-Karten noch nicht flächendeckend verfügbar sind, zeichnet sich bereits die nächste Revolution ab: die Integration von Datendiensten. Das betrifft nicht so sehr den Karteninhalt und die Komplexität der Inhaltsmenge, sondern eher den Bereich der Datenlieferung. Zurzeit werden die für die Herstellung von S-101-ENC notwendigen Informationen bei den Hydrographischen Diensten gesammelt, ausgewertet, modelliert und in die

jeweiligen Produktionsumgebungen eingeladen (IHO 2023). Zukünftig könnten Kartenherstellung, Aktualisierung und Lieferung schneller, präziser und nutzungsorientierter werden. Die maritime Geodateninfrastruktur wird ihr volles Potenzial entfalten (Abb. 5).

Wir als BSH gehen von Daten aus, welche die Hydrographischen Dienste vorprozessieren, und Daten, welche als Dienste in die vorprozessierte Seekarte integriert werden. //

Literatur

IHO (2000): IHO transfer standard for digital hydrographic data, S-57. <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-57/31Main.pdf>

IHO (2014): Specifications for chart content and display aspects of ECDIS, S-52. <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-52/S-52%20Edition%206.1%20-%20June%202015.pdf>

IHO (2023): Spatial Data Infrastructures »The Marine Dimension«, C-17. https://iho.int/uploads/user/pubs/cb/c-17/C-17%20Ed%203.0.o_October%202023_Final.pdf

IHO (2024a): Electronic Navigational Chart, S-101 Standard. https://registry.iho.int/productspec/view.do?idx=214&product_ID=S-101&statusS=5&domainS=ALL&category=-product_ID&searchValue=

IHO (2024b): ENDS Tree Diagram. https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/HSSC/HSSC16/HSSC16_S-100%20ENDS%20Tree%20diagram.pdf

IHO (2026): IHO Member States. <https://iho.int/en/map-of-member-states>

ISO (2002): Geographic information – Reference model. www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19101:ed-1:v1:en

WSA (2026): Bundeswasserstraßenkarten und Geoinformationen. www.wsa-main.wsv.de/Webs/WSA/Main/DE/Service/Karten/karten_node.html

WSV (2026): Inland ENC der WSV. www.elwis.de/DE/Service/Inland-ENC-der-WSV/Inland-ENC-der-WSV-page.html