



Marktbeobachtung

Autonomiefunktionen in der Binnenschifffahrt

April 2026

Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



MARKTBEOBACHTUNGSBERICHT

Autonomiefunktionen in der Binnenschifffahrt



Die Automatisierung der Mobilität auf dem Wasser bietet ein enormes Potenzial, um drängenden Herausforderungen wie dem Fachkräftemangel in der Schifffahrt entgegenzuwirken. Gleichzeitig eröffnen Automatisierungstechnologien die Möglichkeit, die Sicherheit und Effizienz – etwa durch eine optimierte Verkehrsweise – im Schiffsverkehr auf Flüssen erheblich zu verbessern. So kann eine Senkung des Energieverbrauchs erzielt werden, um die Energie- und Klimaziele des Verkehrssektors zu unterstützen. Außerdem können die Systeme einen wichtigen Beitrag zur Modernisierung der Binnenschifffahrt leisten und zugleich die Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrsträgers Wasserstraße im intermodalen Vergleich stärken. Das Kompetenznetzwerk innocam.NRW bringt die relevanten Akteure zusammen und informiert über Marktgegebenheiten und Technologien. Dieser Bericht hat zum Ziel, einen umfassenden Überblick über die derzeit in Deutschland verfügbaren marktreifen Automatisierungslösungen für die Binnenschifffahrt zu geben. Darüber hinaus schafft er einen Überblick über Technologien in frühen Entwicklungsstadien, um so Potentiale aufzuzeigen. Der Bericht richtet sich insbesondere an Reedereien und Flottenbetreiber, Werften, Systementwickler für Software und Hardware in Automatisierung und Politik.

Im vorliegenden Marktbeobachtungsbericht:

- Wird in kompakter Form eine Grundlage zur Einordnung von verschiedenen Automatisierungsfunktionen in Europa (2025) geschaffen;
- werden die aktuell marktverfügbaren Technologien vorgestellt und verglichen;
- wird ein kurzer Überblick über die zu erwartende Gesetzgebung gegeben;
- wird ein Überblick über Technologien im Forschungsstand, sowie im Ausland verfügbare Technologien gegeben;
- werden die Ergebnisse eines Arbeitskreises mit relevanten Stakeholdern zum Thema „Chancen und Probleme von Automatisierungsfunktionen“ gezeigt.



INHALTSVERZEICHNIS

01	HINTEGRÜNDE UND DEFINITIONEN MOTIVATION, BEGRIFFE UND TECHNOLOGIEN	S. 4
02	AUTONOMIEFUNKTIONEN VERFÜGBARE SYSTEME	S. 11
03	AUSBLICK	S. 17
04	FAZIT	S. 22

01 HINTERGRÜNDE UND DEFINITIONEN

Motivation, Begriffe & Technologien

MOTIVATION

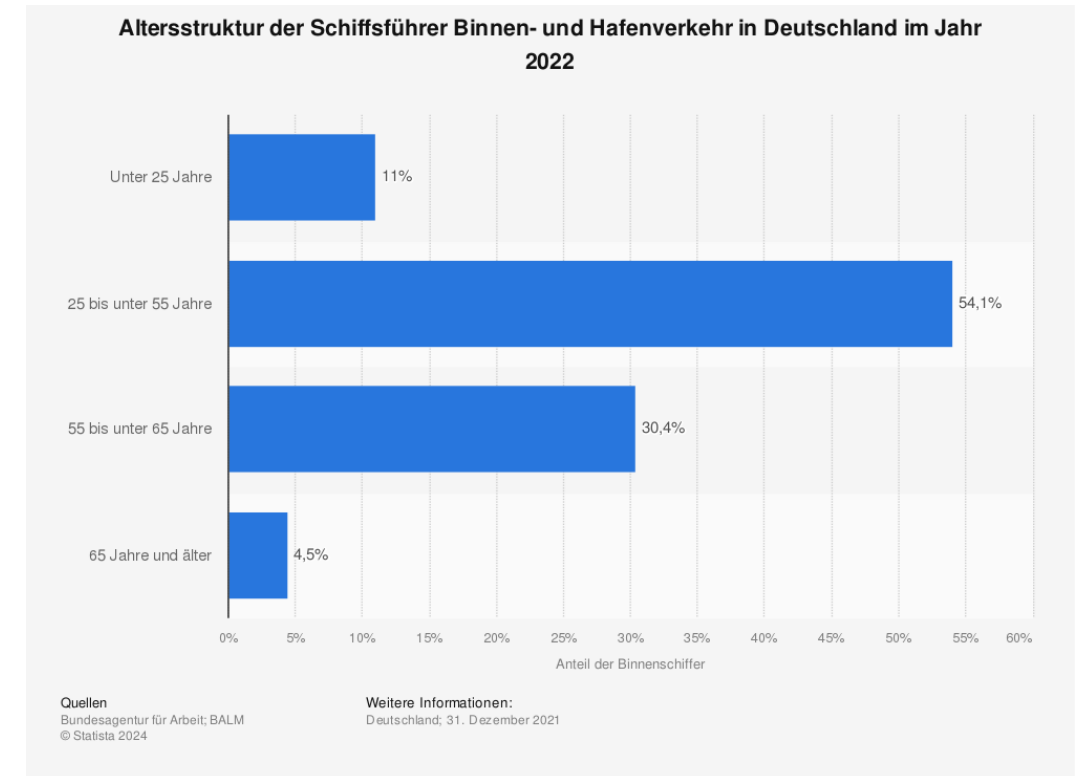
Für die Automatisierung in der Binnenschifffahrt

Problemstellung

- Etwa ein Drittel der Schiffsführer im Binnen- und Hafenverkehr in Deutschland (Stand 2022) sind älter als 55 Jahre und werden somit in den kommenden 10 Jahren den Arbeitsmarkt verlassen. Aufgrund der Altersstruktur im Bereich Binnenschifffahrt (siehe Abbildung) existiert ein zunehmender Mangel an Personal und Nachwuchskräften.
- Gleichzeitig wird in der „Perspektive nachhaltige Rheinschifffahrt 2030“ eine deutliche Erhöhung des Anteils der Binnenschifffahrt im Güterverkehr gefordert. Dabei verbindet die Perspektive verkehrspolitische Zielsetzungen mit dem Anspruch einer technologischen Modernisierung des Systems Binnenschifffahrt.
- Angesichts des zunehmenden Kostendrucks ist die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschifffahrt als Verkehrsträger von zentraler Bedeutung.

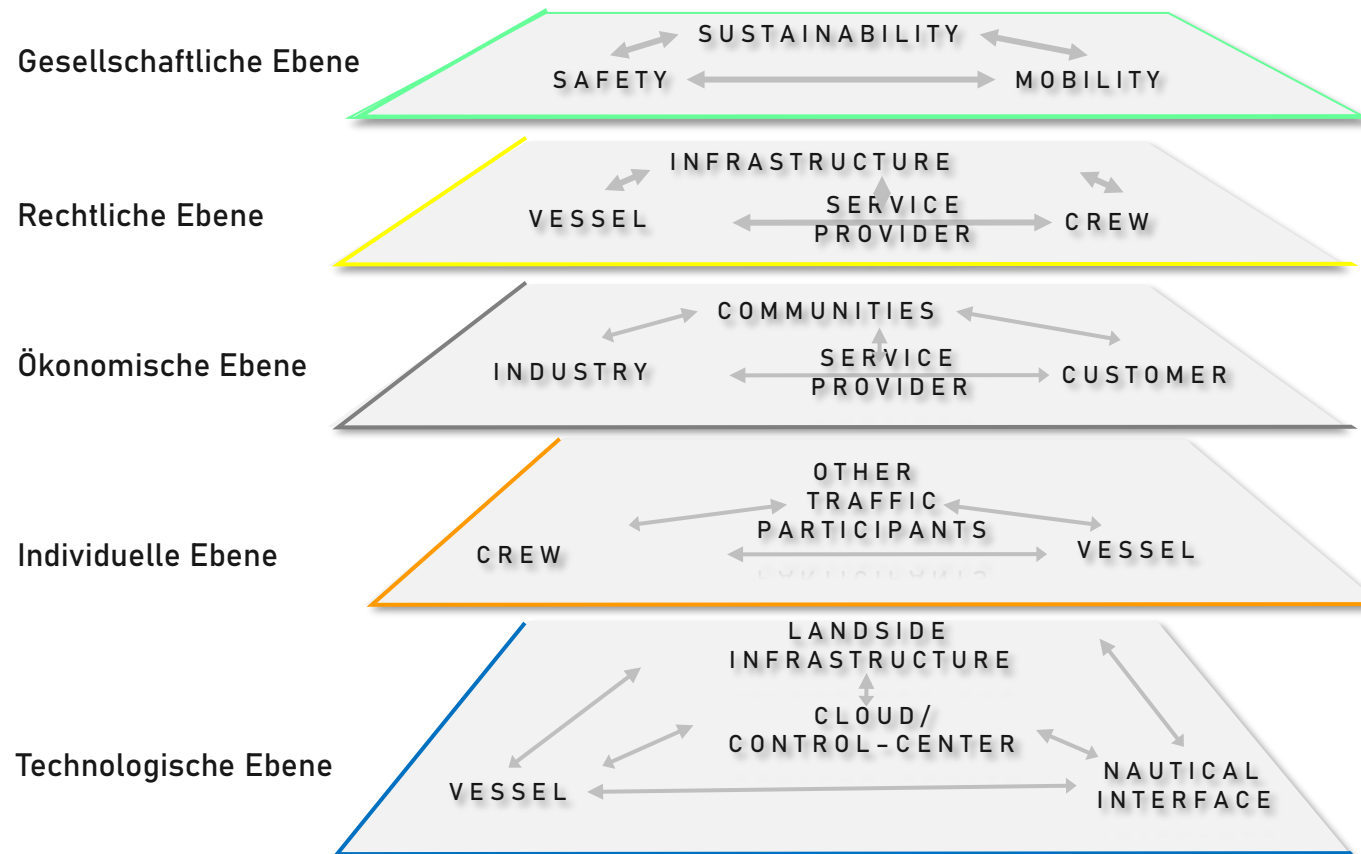
Automatisierung als Teil der Lösung

- Verringerung des Personalbedarfs
- Kostensenkung durch Steigerung der Kosteneffizienz
- Steigerung der Attraktivität des Berufszweigs (Fernsteuerung/-überwachung, wenige spezialisierte Kräfte an Board...)
- Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch strukturelle Modernisierung und Erhöhung der Betriebssicherheit



5 EBENEN DER HERAUSFORDERUNGEN

5-Ebenen-Modell zur Realisierung automatisierter und vernetzter Mobilität



Quelle: VDI-Handlungsempfehlung Automatisiertes und autonomes Fahren 2019 [1]

Das 5-Ebenen-Modell beschreibt die Einbettung automatisierter Mobilität in ein gesamtes sozio-technisches System. Es lässt sich auf die Automatisierung der Binnenschifffahrt übertragen und ermöglicht eine strukturierte Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Technik, Betrieb, Wirtschaft, Regulierung und Gesellschaft.

- Technologische Ebene: Automatisierungsmodule, Sensorik, Autopilot, Landinfrastruktur, Leitstände.
- Individuelle Ebene: Rollen von Crew, Remote-Operatoren und anderen Verkehrsteilnehmern.
- Ökonomische Ebene: Reedereien, Werften, Systemlieferanten, Dienstleister und Kunden.
- Rechtliche Ebene: Zulassung, Verantwortlichkeit, Sicherheitsanforderungen, Integration in Wasserstraßeninfrastruktur.
- Gesellschaftliche Ebene: Sicherheit, Nachhaltigkeit, Fachkräftebedarf und Akzeptanz.

Das Modell zeigt, dass Automatisierung in der Binnenschifffahrt nicht nur ein technologisches Thema ist, sondern ein mehrschichtiges Transformationsfeld, das alle Ebenen gleichzeitig beeinflusst. Weiterführende Informationen finden sich in [1].

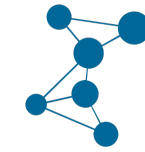
Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



AUTOMATISIERUNGSGRADE

Definition der Autonomie-Stufen in der Schifffahrt nach ZKR



Kompetenznetzwerk
automatisierte und
vernetzte Mobilität
innocam.NRW

Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) definiert sechs Stufen (ZKR-0 bis ZKR-5) zur Klassifikation des Automatisierungsgrades. ZKR-0 beschreibt den vollständig manuellen Betrieb, während ZKR-5 einen vollautomatisierten Betrieb ohne erforderliche menschliche Eingriffe bezeichnet (autonom).

Der Fokus dieses Berichts liegt auf Systemen zur Steuerungsunterstützung (ZKR-1), da diese Stufe marktverfügbar ist.

Während Fernsteuerungssysteme wichtige Technologien für die Binnenschifffahrt sind, fallen sie nicht hierunter und werden im vorliegenden Bericht nicht betrachtet.

	Automatisierungsgrad ¹	Bezeichnung	Schiffsführung (Manövrieren, Antrieb, Steuerhaus usw.)	Überwachung und Reaktion auf Schiffahrts- umgebung	Rückfall- ebene dynamischer Schiffahrts- aufgaben
DER SCHIFFSFÜHRER FÜHRT EINIGE ODER ALLE DYNAMISCHEN SCHIFFFAHRTS- AUFGABEN AUS	0	KEINE AUTOMATISIERUNG permanente Ausführung aller Aspekte der dynamischen Schiffahrtsaufgaben durch den Schiffsführer, auch wenn diese durch Warn- oder Interventionssysteme unterstützt werden			
	1	STEUERUNGSUNTERSTÜTZUNG kontextspezifische Ausführung durch ein <u>automatisiertes Steuerungssystem</u> unter Verwendung bestimmter Informationen über die Schiffahrtsumgebung, wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Schiffahrtsaufgaben ausführt			
	2	TEILAUTOMATISIERUNG kontextspezifische Ausführung durch ein automatisiertes Schiffahrtssystem <u>sowohl der Steuerung als auch des Antriebs</u> unter Verwendung bestimmter Informationen über die Schiffahrtsumgebung, wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Schiffahrtsaufgaben ausführt			
DAS SYSTEM FÜHRT ALLE DYNAMISCHEN SCHIFFFAHRTS- AUFGABEN AUS (WENN ES EINGESCHALTET IST)	3	BEDINGTE AUTOMATISIERUNG <u>kontinuierliche</u> kontextspezifische Ausführung <u>aller</u> dynamischen Schiffahrtsaufgaben durch ein automatisiertes Schiffahrtssystem, <u>einschließlich Kollisionsvermeidung</u> , wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer auf Aufforderungen zum Eingreifen und Systemausfälle angemessen reagiert			
	4	HOHE AUTOMATISIERUNG kontinuierliche kontextspezifische Ausführung und <u>Rückfallebene</u> aller dynamischen Schiffahrtsaufgaben durch ein automatisiertes Schiffahrtssystem, <u>ohne dass davon ausgegangen wird, dass ein Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert?</u>			
	5	AUTONOM = VOLLAUTOMATISIERUNG kontinuierliche <u>bedingungslose</u> Ausführung und Rückfallebene aller dynamischen Schiffahrtsaufgaben durch ein automatisiertes Schiffahrtssystem, ohne dass davon ausgegangen wird, dass ein Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert			

Automatisierungsgrade nach ZKR-Beschluss 2018-II-16

Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



AUTOMATISIERUNGSRADE

Verkehrsträger im Vergleich

				Change in Responsibility	Change in Fallback	Full Autonomy
Road	SAE J3016	Level 1: Driver Assistance – adaptive cruise control or lane keeping driver responsible	Level 2: Partial Automation – lane keeping and adaptive cruise control driver responsible	Level 3: Conditional automation – traffic chauffeur system responsible, driver fallback	Level 4: High automation – self driving in Operational Domain Design (ODD) system responsible	Level 5: Full Automation. System responsible
Water-borne	ZKR	Level 1: Steering Assistance. Crew responsible.	Level 2: Partial Automation – Steering and propulsion assist. Crew responsible.	Level 3: Conditional Automation. System responsible, crew fallback	Level 4: High Automation – Self driving in Operational Domain Design (ODD), System responsible	Level 5: Full Automation. System responsible
Rail	GoA	GoA 1: Automatic reading of signal. Driver responsible	GoA2: Automated driving task. System responsible, driver fallback		GoA 3: Driverless, accompanying staff available. System responsible	GoA4: Personnel free
Airborne (UAV)	US DoD	Remote, assisted	Partial automation Waypoints	Conditional automation Remote fallback	Highly automated Remote fallback	Autonomous: make new decisions outside its determined state, no fallback

Zur Einordnung der Automatisierungsgrade je Verkehrsträger werden in der Abbildung die jeweiligen Definitionen gegenübergestellt. Dabei wird sichtbar, dass jeder Verkehrsträger eigene Stufensysteme nutzt. Die Automatisierungsstufen der ZKR orientieren sich jedoch deutlich an den SAE-Stufen im Straßenverkehr. Insbesondere die Verschiebung der Verantwortung vom Menschen zum System sowie die Veränderung der Rückfallebene bis hin zur vollständigen Automatisierung zeigen eine weitgehende Deckungsgleichheit.

Im Fokus des Berichts stehen ZKR-1 Systeme zur Lenkunterstützung.

TECHNISCHE EINORDNUNG I

Track Guidance Assistant for Inland Navigation: Definition und Vergleich



Der Track Guidance Assistant for Inland Navigation (TGAIN) ist gemäß CESNI-Definition ein spurführungsunterstützendes System, das die automatisierte Trackführung eines Binnenschiffs entlang einer vorgegebenen Route übernimmt. TGAIN ist dabei kein eigenständiges Stufensystem, sondern ein einzelnes technisches System, das je nach Funktionsumfang genau einem von zwei ZKR-Automatisierungsgraden zugeordnet wird:

- ZKR-Automatisierungsgrad 1: TGAIN steuert ausschließlich das Ruder (automatisiertes Rudersystem), die Geschwindigkeit wird weiterhin manuell durch den Schiffsführer geregelt
- ZKR-Automatisierungsgrad 2: TGAIN steuert zusätzlich den Antrieb (automatisiertes Ruder- und Antriebssystem), wodurch auch die Geschwindigkeit automatisiert geregelt wird

In diesem Bericht betrachten wir vorrangig TGAIN-Systeme gemäß Automatisierungsgrad 1, da diese Stufe derzeit marktverfügbar ist. Systeme gemäß Automatisierungsgrad 2 sind technisch bereits durch die CESNI-Definition abgedeckt, aber aktuell noch nicht marktreif.

Hinweis zur Abgrenzung: Eine vollautomatische Kollisionsvermeidung ohne Eingreifen des Bedieners gehört laut CESNI ausdrücklich nicht zum Funktionsumfang eines TGAIN, sondern wird erst ab Automatisierungsgrad 3 vorgesehen. Entsprechende Systeme (im weiteren Bericht als "TGAIN-3" bezeichnet) gehen somit begrifflich über die offizielle TGAIN-Definition hinaus und stellen eine eigene, an die ZKR-Automatisierungsgrade angelehnte Arbeitshypothese dieses Berichts dar, keine offizielle CESNI-Klassifikation. Zur Unterscheidung eines TGAIN für ZKR-Automatisierungsgrad 1 oder 2 verwenden wir entsprechend die eigene Bezeichnung TGAIN-1 (= TGAIN für ZKR-1) und TGAIN-2 (= TGAIN für ZKR-2).



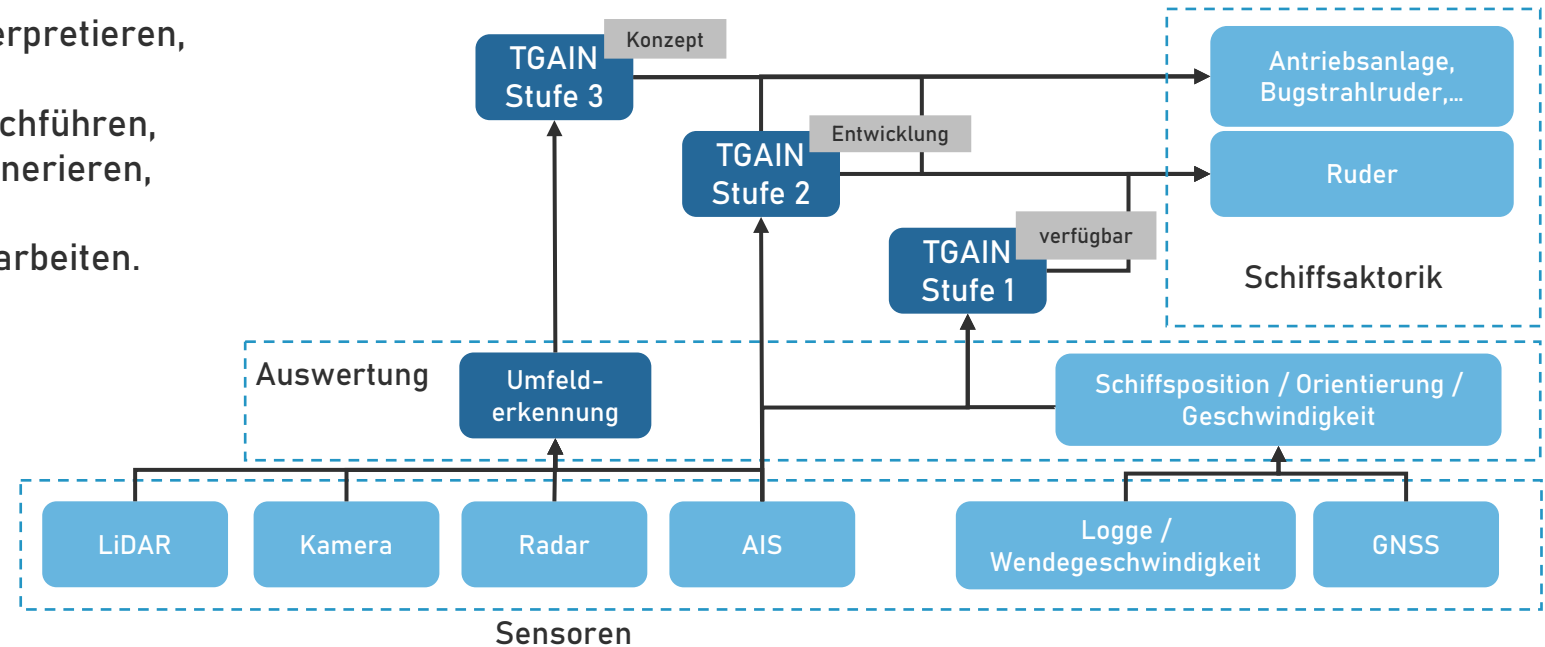
TECHNISCHE EINORDNUNG II

Track Guidance Assistant for Inland Navigation: Definition und Vergleich

Wie in der Abbildung gezeigt, unterscheiden sich TGAIN-Stufen sowohl in ihrer funktionalen Abdeckung (Lenkung, Schubregelung, Kursführung) als auch in den messtechnischen Anforderungen und der Integration in bestehende Bordsysteme.

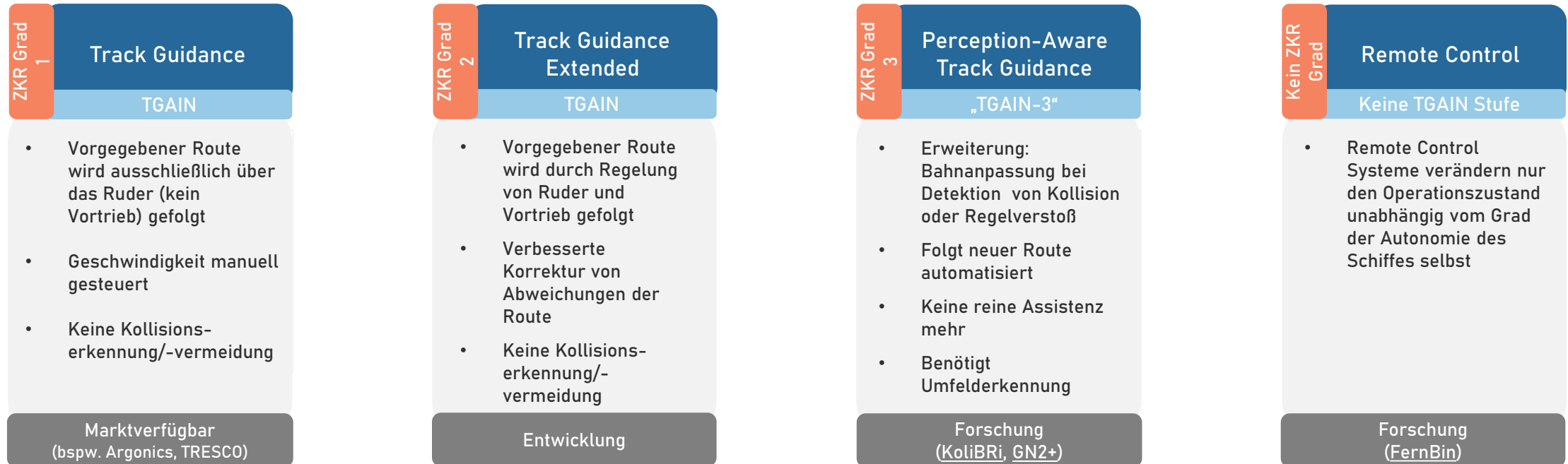
Ein TGAIN-System muss:

- eine Track-Linie (aus ECDIS) interpretieren,
- Kursabweichungen berechnen,
- automatisierte Trackführung durchführen,
- ROT- oder Heading-Sollwerte generieren,
- den Autopiloten ansteuern,
- Navigationsdaten konsistent verarbeiten.



AUTONOMIEFUNKTIONEN

Übersicht: TGAIN, ZKR-Stufen, Marktverfügbarkeit



Ca. 10% der Schiffe auf dem Rhein sind mit einem TGAIN System ausgestattet. TGAIN-1 umfasst reine Lenkunterstützung. Systeme der Stufe TGAIN-1 sind verfügbar. Erweiterte Varianten integrieren zusätzliche Funktionen, etwa die Nutzung von AIS-Daten zur Kollisionswarnung, aber erhöhen nicht die Automatisierungsstufe. TGAIN-2 Systeme nutzen zusätzlich eine Schubregelung und ab TGAIN-3 werden Umfelderkennungssysteme benötigt; entsprechende Systeme befinden sich aktuell überwiegend im Forschungs- und Erprobungsstadium.

02 AUTONOMIEFUNKTIONEN

Marktreife Produkte

AUTONOMIEFUNKTIONEN

Produktbeispiele AutoPilot

Produkte der Kategorie *AutoPilot* übernehmen ausschließlich die Regelung von Kurs oder Drehrate und stellen damit die unterste Ausführungsebene des Leitsystems dar. Allein erfüllen sie nicht die Anforderungen eines TGAIN-1-Systems, da sie weder eine Bahn planen noch eine Trackführung durchführen. Erst durch die Kombination eines Autopiloten mit einem übergeordneten Track-Guidance-System, das eine Fahrtroute vorgibt und automatisiert einhält, entsteht ein TGAIN-1-System gemäß CCNR-Definition.

Anbieter	Produkt	Rolle im System
Alphatron	AlphaPilot MF(S), AlphaTrioPilot MF	Autopilot / ROT-Regler
Radio Zeeland	THOR-Serie	Autopilot / ROT-Regler
SchwarzTechnik	RiverPilot S3 und ST49	Autopilot / ROT-Regler
NavMate	Navmate Autopilot	Autopilot / ROT-Regler
Veth	Veth Autopilot / Veth Autopilot-Interface	Autopilot / ROT-Regler

ROT: Rate-of-Turn (Regelung des Ruders oder Kurses)

AUTONOMIEFUNKTIONEN

Produktbeispiele TrackPilot



Produkte der Kategorie *TrackPilot* übernehmen als Track-Guidance-Systeme die automatisierte Führung eines Binnenschiffes entlang einer geplanten Route. Die Systeme gehen über herkömmliche Autopiloten hinaus, da sie die erforderlichen Soll-Drehraten berechnen und diese an Autopiloten weitergeben. Damit erfüllen sie die Funktionen eines TGAIN-1-Systems, also ein TGAIN System für die ZKR-1-Automatisierungsstufe.

Bisher gibt es zwei europäische Anbieter von TGAIN-1 Systemen für die Binnenschifffahrt.

Anbieter	Produkt	Rolle im System
TRESCO Engineering BV	TrackPilot (inkl. SmartTracks-Datenlayer)	TGAIN-1 System
Argonics GmbH	argoTrackPilot	TGAIN-1 System
Alphatron	AlphaRiverTrackPilot	TGAIN-1 System

Hinweis: Argonics/Argonav gehören seit November 2024 zur Alphatron-Gruppe (JRC/Nisshinbo). Die in dieser Tabelle getrennt aufgeführten Produkte AlphaRiverTrackPilot und argoTrackPilot stammen damit aus demselben Konzern



AUTONOMIEFUNKTIONEN

Weitere Produkte



Zusätzliche Assistenzmodule erweitern bestehende Track-Guidance-Systeme funktional und sind kompatibel zu TGAİN, ohne jedoch einen höheren Automatisierungsgrad zu erreichen. Sie liefern Warnungen oder unterstützende Funktionen, übernehmen jedoch keine automatische Schub- oder Geschwindigkeitsregelung.

Beispiele:

- LaneWarning (Argonics GmbH)
Das Modul argoLaneWarning warnt den Schiffsführer vor potenziellen Kollisionsrisiken durch Analyse von Daten des *Automatic Identification System* (AIS) umliegender Schiffe. Es handelt sich um ein sicherheitsunterstützendes Zusatzmodul ohne Eingriff in die Regelung von Ruder oder Schub.
- TargetPilot (Argonics GmbH)
Mit argoTargetPilot kann ein Schiff dem Kurs eines vorausfahrenden Schiffes automatisch folgen (AIS-Follow-Mode). Auch hier erfolgt keine autonome Schubregelung oder Fahrautomatisierung im Sinne eines TGAİN-2-Systems.

Derzeit ist kein marktverfügbares System mit integrierter automatischer Schub- bzw. Geschwindigkeitsregelung (TGAİN-2) erhältlich. Sämtliche heute eingesetzten Systeme entsprechen funktional TGAİN-1 und können durch Zusatzmodule erweitert werden, verbleiben aber im Automatisierungsgrad ZKR-1.

TGAİN Systeme für höhere Automatisierungsgrade befinden sich ausschließlich in Entwicklungs- und Forschungsprojekten.



AUTONOMIEFUNKTIONEN

Lösungen im maritimen Bereich

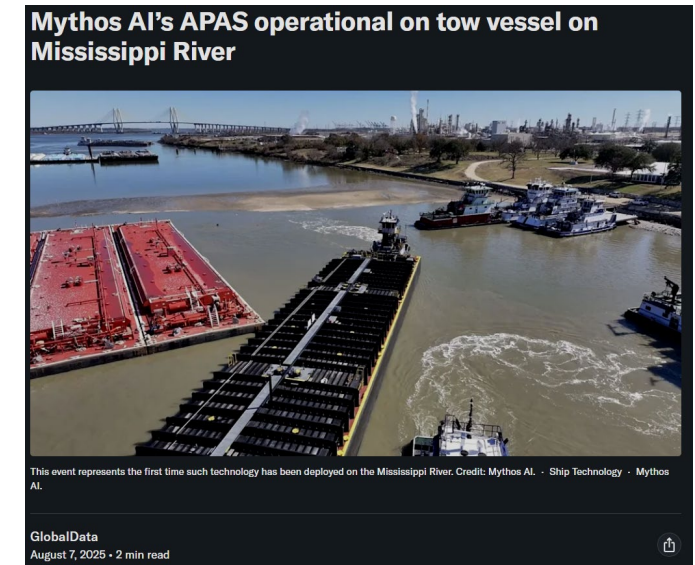
Im Maritimen Bereich sind verschiedenste Lösungen verfügbar. Beispiele:

- Anschütz PilotStar NX / NP 5000 NX (Bahnführung mit Ruder- und Schubregelung)
- WÄRTSILÄ NACOS PLATINUM (Vollintegriertes maritimes Navigations -, Automations- und Überwachungssystem, das auch Track-Control-Funktionen beinhaltet, ZKR-2-ähnlicher Automatisierungsgrad)
- Mythos AI Advanced Pilot Assist (Umfelderkennung)
- Sea Machines Robotics (Kollisions- und Hinderniserkennung bzw. -vermeidung, Remote-Operation)

Weitere Ansätze für maritime Autonomie:

- **Anschütz:** Anschütz Autonomics erlaubt autonome Navigation und taktische Operationen mit optionaler Fernsteuerung/Fernüberwachung. Approval-Ready Anwendungen für Prototypen mit Fokus auf Seeschifffahrt
- **Rolls-Royce:** Projekt "Advanced Autonomous Waterborne Applications" deutet auf Entwicklung von Autonomiefunktionen für die Seefahrt hin

Aktuell existieren nur wenige nachweisliche Übertragungen dieser maritimen Lösungen in den Binnenbereich; eine systematische Nutzung auf Binnenschiffen ist bislang nicht erkennbar.



Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



AUTONOMIEFUNKTIONEN

Übersicht von Produkten nach Automatisierungsgraden

Im Markt für Binnenschiffahrtssysteme sind derzeit ausschließlich TGAIN Systeme im Automatisierungsgrad ZKR-1 verfügbar. Diese Systeme, wie argoTrackPilot oder TrackPilot, übernehmen die automatisierte Führung entlang einer vordefinierten Route und übergeben Sollwerte an Autopiloten, die lediglich die untergeordnete Regelungsebene darstellen und allein keinen Automatisierungsgrad erfüllen. Erweiterungsmodule wie AIS-basierte Kollisionswarnungen oder Folgefahrfunktionen ergänzen TGAIN, verändern jedoch nicht den Automatisierungsgrad, da sie weder Schubregelung noch lokale Umfelderkennung bereitstellen. TGAIN-Systeme für höhere Stufen sind derzeit nicht marktverfügbar und befinden sich ausschließlich in Entwicklungs- und Forschungsprojekten. Die verfügbaren Systeme unterstützen die Navigation, bleiben jedoch Assistenzsysteme, die keine Reduktion der Besatzung erlauben.

Anbieter	Produkt	Rolle im System
Alphatron	AlphaPilot MF(S), AlphaTrioPilot MF	Autopilot / ROT-Regler
Radio Zeeland	THOR-Serie	Autopilot / ROT-Regler
SchwarzTechnik	RiverPilot S3 und ST49	Autopilot / ROT-Regler
NavMate	Navmate Autopilot	Autopilot / ROT-Regler
Veth	Veth Autopilot / Veth Autopilot-Interface	Autopilot / ROT-Regler
TRESCO Engineering BV	TrackPilot	TGAIN-1
Argonics GmbH	argoTrackPilot	TGAIN-1
Alphatron	AlphaRiverTrackPilot	TGAIN-1

03 AUSBLICK

Forschung & Entwicklung, Aktivitäten im
Ausland

Höhere Automatisierungsgrade in Forschungsprojekten gezeigt:

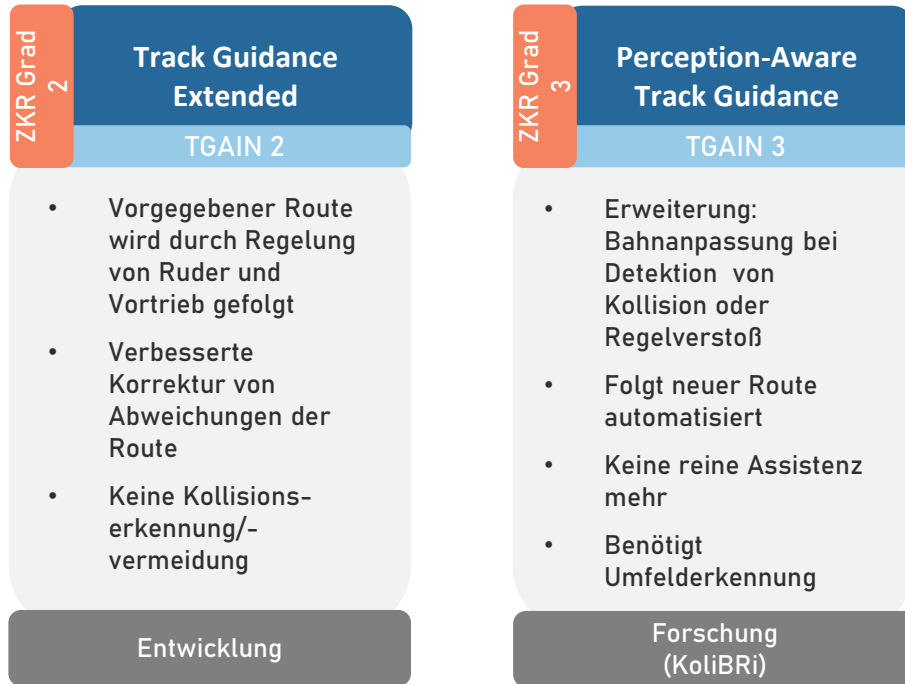
- FernBin: Umsetzung von Fernsteuerung mit zusätzlichen Automatisierungsfunktionen in Vorbereitung auf Produkteinführung
- autoFerry: TGAIn-3 für Fähren
- KoliBRI: Vorbereitung von TGAIn Stufe 3
- Pilotprojekt (Norwegen): Fjord1 betreibt ab 09.2026 auf der Lavik-Øppedal-Verbindung mit vier Fähren den weltweit ersten kommerziellen autonomen Fährverkehr (bis 2034).
Autonomiegrad: fernüberwacht (ZKR-3-äquivalent) ab 2026, vollautomatisiert (ZKR-4/5) ab 2027.
- Pilotprojekt (Belgien): HGK Shipping erhält testweise Erlaubnis zum ferngesteuerten Betrieb (Remote Operation) eines Gefahrgut-Binnenschiffes



Nächste Schritte in der Forschung zu Automatisierungssystemen zielen auf Stufe 3-4 ab.

AUSBLICK

Entwicklung von TGAIn-Stufen >1



Systeme der Stufe TGAIn-2 oder höher sind bisher nicht marktverfügbar.

Ab Systemen der Stufe TGAIn-3 ist der Schiffsführer teilweise aus der Verantwortung genommen:

- Das System übernimmt die volle dynamische Fahraufgabe inkl. Kollisionsvermeidung.
- Die Verantwortung des Schiffsführers reduziert sich darauf, übernahmebereit zu bleiben. Er muss sofort eingreifen können, wenn das System ihn dazu auffordert (Übernahmeaufforderung) oder wenn er erkennt, dass das System überfordert ist.

Die ZKR/CESNI erarbeiten derzeit technische Standards für TGAIn-Systeme (Grad 1/2), die 2027 in den ES-TRIN aufgenommen werden sollen [1]. Seit 1. Juni 2026 gilt eine Übergangsregelung in der RheinSchPV mit verbindlichen Betriebsvorgaben (u. a. Deaktivierungspflicht vor Schleusen, Aufmerksamkeitsüberwachung) [3]; ab 1. Januar 2028 treten endgültige Vorschriften zu Verwendung, technischen Anforderungen und Zertifizierung in Kraft. Seit 1. November 2025 gelten zudem verbindliche Sicherheitsauflagen der GDWS [2].

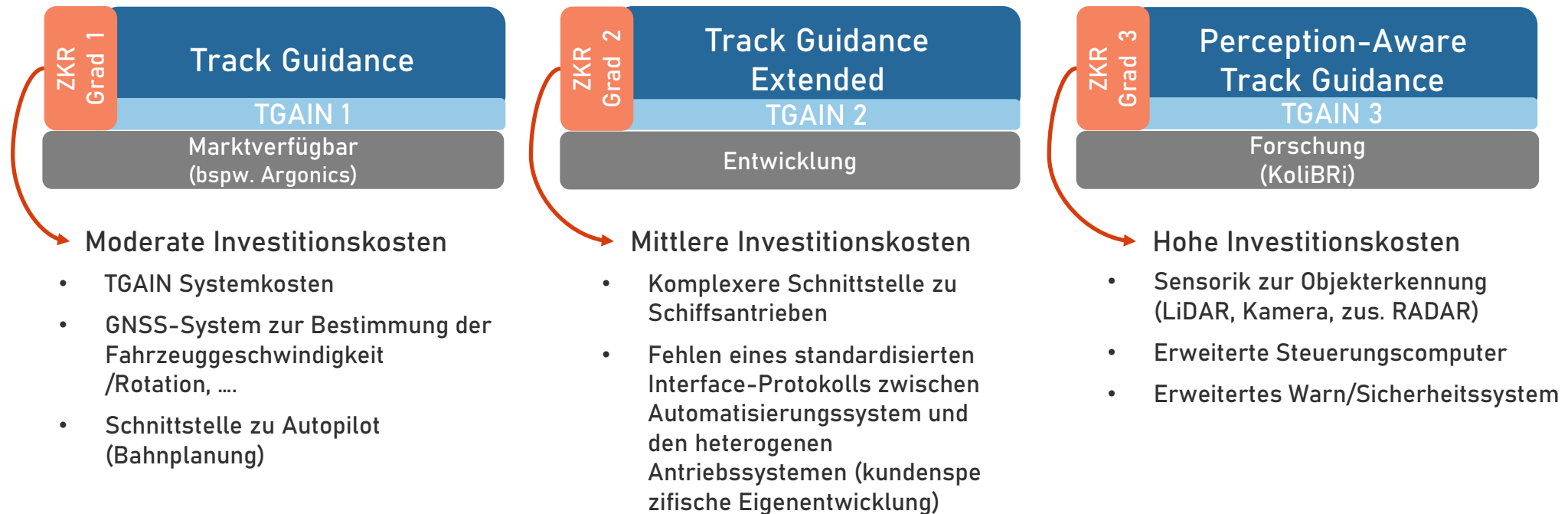
Quellen: [1] <https://www.cesni.eu/en/actualites/cesni-meeting-on-16-april-2026/> | [2] <https://www.schiffahrtundtechnik.de/nachrichten/binnenschifffahrt/autopilot-in-der-binnenschifffahrt-bundesregierung-plant-stroengere-regeln-3731652> | [3] https://www.ccr-zkr.org/files/documents/reglementRP/rp1de_01062026.pdf

14.07.2026

INVESTITIONSKOSTEN

Zu erwartende Kosten nach Automatisierungsgrad

Gezeigt ist eine Einschätzung der relativen Investitionsklassen pro Automatisierungsstufe (1-3). Die Kosten steigen mit höheren Automatisierungsgraden durch den zusätzlichen Einsatz von Sensorik, komplexeren Schnittstellen und erweiterter Software. Dagegen steht ein höheres Einsparpotential durch erhöhte Produktivität durch das System. Die Bundesregierung fördert seit November 2023 die Anschaffung von TGAIn-Systemen mit bis zu 80% der Investitionskosten [1].



AUSBLICK

Aktivitäten im außerhalb Europas

China stellt den weltweit größten Binnenschifffahrtsmarkt

- 9,4 Mrd. Tonnen Güteraufkommen in 2023¹⁾
- 125.000 Frachtschiffe in der chinesischen Flotte (Stand 2021)²⁾
- 128.000 km Schiffbare Gesamtlänge³⁾

Intelligente Systeme werden z.B. angeboten von

- China (Yangtze): COSCO Shipping setzt seit Ende 2023 zwei 700-TEU-Elektro-Containerschiffe auf der Binnenwasserstraße Shanghai-Wuhan | TGAIN Stufe 1
- Jiangtong Technology mit voll autonomem Binnenschiff "Jingzhe" (Pilotprojekt) | TGAIN Stufe 5

Fazit zu marktverfügbaren Produkten:

- China verfolgt einen zweigleisigen Ansatz: Breite kommerzielle Assistenzsysteme (TGAIN-1-Niveau) parallel zu einzelnen staatlich geförderten Leuchtturm-Pilotprojekten mit sehr hohem Automatisierungsgrad (TGAIN-5)). Eine breite Marktdurchdringung höherer TGAIN-Stufen ist bislang nicht erkennbar – vergleichbar mit der Situation in Europa
- Bisher keine breite Standardisierung wie im europäischen Markt mit TGAIN-Systemen
- Fernsteuerung von Binnenschiffen befindet sich in China und Europa auf vergleichbarem experimentellem Entwicklungsstand; Europa verfügt jedoch mit dem ADN-Sicherheitsausschuss über einen etablierteren multilateralen Regulierungsrahmen für diese Thematik.

04 FAZIT

ERGEBNISSE

Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse des Berichts



Die Analyse des aktuellen Marktgeschehens zeigt, dass sich die Automatisierung in der Binnenschifffahrt noch in einer frühen, aber dynamisch wachsenden Phase befindet. Drei zentrale Erkenntnisse lassen sich ableiten:

1. Marktstatus

Im Vergleich zum Verkehrsträger Straße existiert bislang nur ein kleiner Kreis marktverfügbarer Automatisierungssysteme. Der erreichte Automatisierungsgrad liegt mit ZKR-1 deutlich niedriger, während höhere Stufen noch nicht verfügbar sind. Bei weiterhin geringer Anbieterzahl nehmen installierte Systemzahl und Funktionsumfang durch Zusatzmodule sowie Forschungsprojekte kontinuierlich zu.

2. Herausforderungen für die Marktdurchdringung

Die Einführung weiterentwickelter Systeme erfordert erhebliche Investitionen, die insbesondere für kleinere Reedereien und Partikuliere schwer zu realisieren sind. Eine koordinierte Zusammenarbeit zwischen Industrie, Betreibern und Verwaltung wird notwendig, um Innovationen wirtschaftlich tragfähig zu machen und rechtlich abzusichern. Zusätzlich bestehen technologische Vorbehalte, die häufig aus fehlender Schulung sowie der Sorge vor Arbeitsplatzverlusten resultieren.

3. Ausblick und Einordnung

Transparenz, Qualifizierung und klare technische Standards können die Akzeptanz neuer Systeme erhöhen und den Übergang zu höheren Automatisierungsgraden unterstützen. Aufgrund der schnellen technischen Entwicklung können einzelne Markteinschätzungen rasch überholt sein; Herstellerangaben sollten regelmäßig überprüft werden. Die dargestellten rechtlichen Hinweise dienen der Orientierung und ersetzen keine rechtliche Beratung.



ERGEBNISSE

Einordnung in die „Perspektive nachhaltige Rheinschifffahrt 2030“



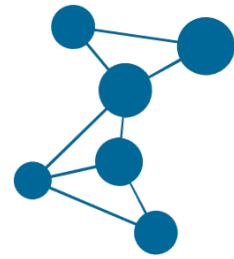
Die „Perspektive nachhaltige Rheinschifffahrt 2030“ ist eine vom Land Nordrhein-Westfalen initiierte und gemeinsam mit rund 100 Partnern aus öffentlicher Hand und Wirtschaft aus sechs Staaten getragene strategische Initiative zur Stärkung einer leistungsfähigen, sicheren und klimaverträglichen Rheinschifffahrt. Sie bündelt konkrete Maßnahmen und Zielsetzungen in einem gemeinsam erarbeiteten Maßnahmenpapier [1] mit einem ersten Umsetzungshorizont bis 2030 und soll als partnerschaftlicher Rahmen mit europäischer Perspektive für die Weiterentwicklung des Korridors fortgeführt werden. Die Ergebnisse der Marktbeobachtung unterstreichen darin insbesondere das Maßnahmenfeld „Fernsteuerung und Automatisierung“: Ferngesteuerte und automatisierte Navigation ist ein zentraler Hebel, um dem Arbeitskräfte- und Nachwuchsmangel zu begegnen und zugleich Sicherheit sowie Energieeffizienz im Rheinkorridor zu verbessern. Für die Umsetzung bis 2030 sind insbesondere folgende Punkte konsistent mit den identifizierten Marktbedarfen:

- Netzausdeckung als Grundvoraussetzung: Unterstützung eines Pilotprojekts zur Messung der Netzausdeckung entlang des Rheins als Basis für Remote-Operation und datenbasierte Assistenzsysteme.
- Erprobung und Markteintritt beschleunigen: Durchführung erforderlicher (teil-)autonomer Testfahrten auf Rhein und Nebenwasserstraßen, um Technologien unter realen Betriebsbedingungen zu validieren und zu skalieren.
- Regulatorik und Standards zielgerichtet entwickeln: Erarbeitung eines Katalogs für Automatisierungslevel 3 bis spätestens 2030, einschließlich Fernsteuerung-Back-Up und klar geregelter Personalreduktion (Rahmenbedingungen, Standards, Vorschriften).

Damit wird der Übergang von heute marktverfügbaren Assistenzsystemen (TGAIN-1/ZKR-1) hin zu höheren Automatisierungsgraden strukturiert vorbereitet.

[1] Maßnahmenpapier: https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/251204_finale_version_massnahmenpapier_pnr2030_de-nl-fr.pdf





Kompetenznetzwerk
automatisierte und
vernetzte Mobilität
innocam.NRW

Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

