

# 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



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





Kompetenznetzwerk  
automatisierte und  
vernetzte Mobilität  
**innocam.NRW**

# 01 HINTERGRÜNDE UND DEFINITIONEN

## Motivation, Begriffe & Technologien



# MOTIVATION

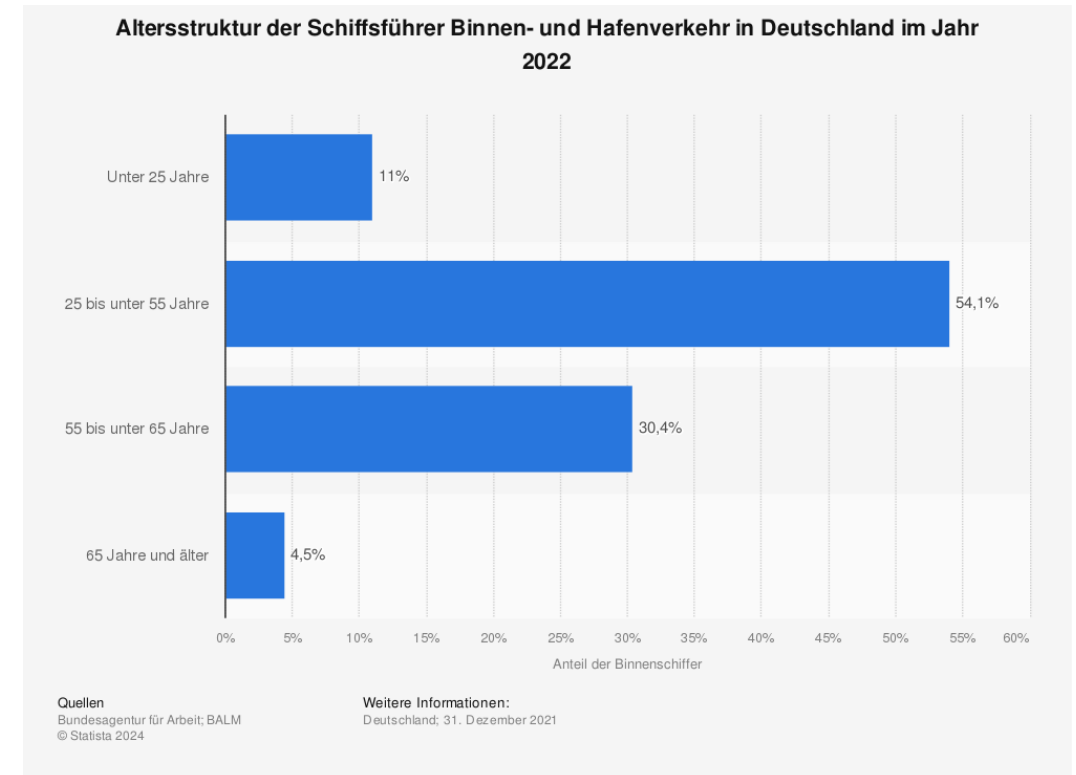
## Für die Automatisierung in der Binnenschifffahrt

### 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.

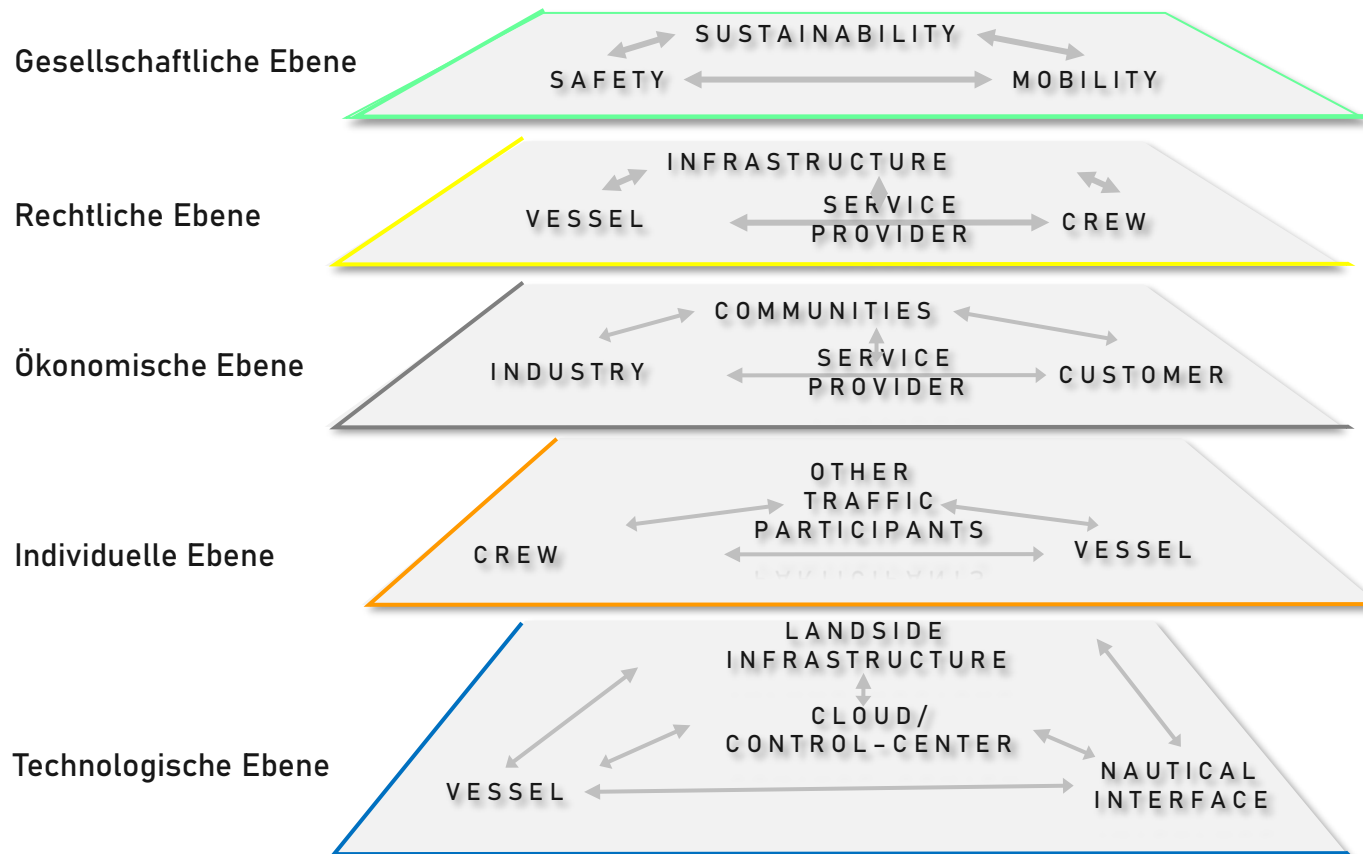
### Automatisierung als Teil der Lösung

- 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.

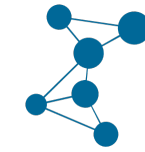
- Technologische Ebene: Automatisierungsmodule, Sensorik, Autopilot, Landinfrastruktur, Leitstände.
- Individuelle Ebene: Rollen von Crew, Remote-Operatoren und anderen Verkehrsteilnehmern.
- Ökonomische Ebene: Reedereien, Werften, Systemlieferanten, Dienstleister und Kunden.
- Rechtliche Ebene: Zulassung, 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].

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

Automatisierungsgrade nach ZKR-Beschluss 2018-II-16



# AUTOMATISIERUNGSGRADE

## 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.

Gefördert von

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



# TECHNISCHE EINORDNUNG

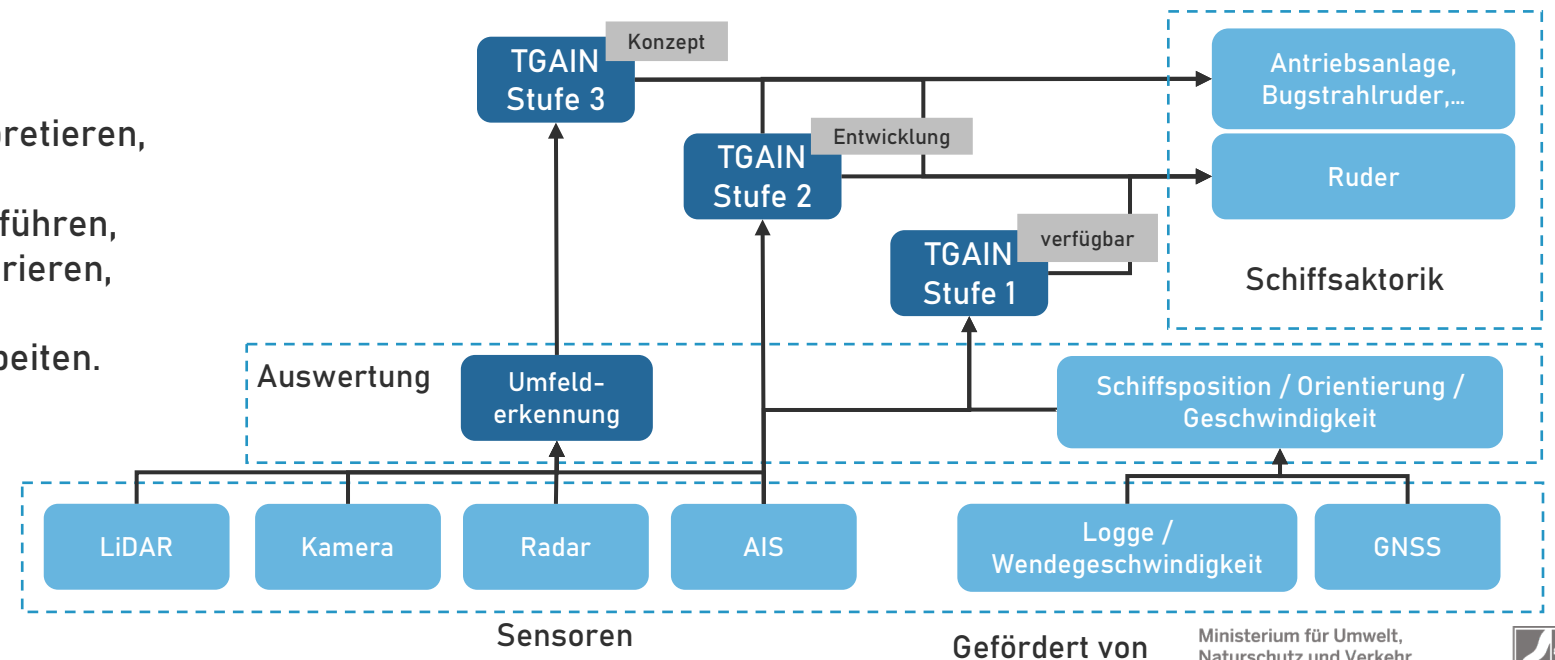
## Track Guidance Assistant for Inland Navigation: Definition und Vergleich

Track Guidance Assistant for Inland Navigation (TGAIN) bezeichnet ein Stufensystem zur Klassifikation technischer Assistenz- und Automatisierungsfunktionen in der Binnenschifffahrt. Es beschreibt, welche Navigations- und Steuerungsaufgaben ein System übernehmen kann und welche Sensorik, Aktorik und Schnittstellen dafür erforderlich sind. In diesem Bericht betrachten wir TGAIN-Systeme der Stufe 1, die funktional dem ZKR-Automatisierungsgrad 1 entsprechen. TGAIN Systeme höherer Stufen würden Systeme mit weitgehend automatisierter Fahrt gemäß ZKR-2 und höher beschreiben, sind jedoch derzeit nicht marktverfügbar.

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

ZKR Grad	Funktion	TGAIN Stufe	Merkmale	Marktverfügbarkeit
ZKR Grad 1	Track Guidance	TGAIN 1	<ul style="list-style-type: none"><li>Vorgegebener Route wird ausschließlich über das Ruder (kein Vortrieb) gefolgt</li><li>Geschwindigkeit manuell gesteuert</li><li>Keine Kollisionserkennung/-vermeidung</li></ul>	Marktverfügbar (bspw. Argonics, TRESCO)
ZKR Grad 2	Track Guidance Extended	TGAIN 2	<ul style="list-style-type: none"><li>Vorgegebener Route wird durch Regelung von Ruder und Vortrieb gefolgt</li><li>Verbesserte Korrektur von Abweichungen der Route</li><li>Keine Kollisionserkennung/-vermeidung</li></ul>	Entwicklung
ZKR Grad 2	Track Guidance Extended	TGAIN 2+	<ul style="list-style-type: none"><li>Erweitert die Track Guidance um Erkennung von Kollisionen oder Erkennung von Regelverstößen</li><li>Keine automatische Routenanpassung</li></ul>	Entwicklung
ZKR Grad 3	Perception-Aware Track Guidance	TGAIN 3	<ul style="list-style-type: none"><li>Erweiterung: Bahnanpassung bei Detektion von Kollision oder Regelverstoß</li><li>Folgt neuer Route automatisiert</li><li>Keine reine Assistenz mehr</li><li>Benötigt Umfelderkennung</li></ul>	Forschung (KoliBRi, GN2+)
Kein ZKR Grad	Remote Control	Keine TGAIN Stufe	<ul style="list-style-type: none"><li>Remote Control Systeme verändern nur den Operationszustand unabhängig vom Grad der Autonomie des Schiffes selbst</li></ul>	Forschung (FernBin)

In Westeuropa sind derzeit rund 600 Systeme der TGAIN-Stufe 1 im Einsatz. 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. 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 und bilden die wesentliche Führungsebene für ZKR-1-Automatisierung.

Bisher gibt es lediglich 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



# AUTONOMIEFUNKTIONEN

## Weitere Produkte und TGAIN-Stufe >2



Zusätzliche Assistenzmodule erweitern bestehende Track-Guidance-Systeme funktional, ohne jedoch einen höheren TGAIN-Automatisierungsgrad zu erreichen. Sie liefern Warnungen oder unterstützende Funktionen, übernehmen jedoch keine automatische Schub- oder Geschwindigkeitsregelung. Daher erfüllen diese Produkte nicht die Anforderungen eines eigenständigen T-GAIN Systems.

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 TGAIN-2-Systems.

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

Höhere Automatisierungsgrade (>TGAIN-1) befinden sich ausschließlich in Entwicklungs- und Forschungsprojekten.



# AUTONOMIEFUNKTIONEN

## Lösungen im maritimen Bereich

Im Maritimen Bereich sind verschiedenste Lösungen verfügbar. Beispiele:

- Anschütz NautoSteer AS (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.

### Mythos AI's APAS operational on tow vessel on Mississippi River



This event represents the first time such technology has been deployed on the Mississippi River. Credit: Mythos AI. · Ship Technology · Mythos AI.

GlobalData  
August 7, 2025 · 2 min read



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 Track-Guidance-Systeme der Stufe TGAIN-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-1, verändern jedoch nicht den Automatisierungsgrad, da sie weder Schubregelung noch lokale Umfelderkennung bereitstellen. Höhere Stufen wie TGAIN-2 und darüber sind derzeit nicht marktverfügbar und befinden sich ausschließlich in Entwicklungs- und Forschungsprojekten. Die verfügbaren Systeme erhöhen die Sicherheit und 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



# 03 AUSBLICK

## Forschung & Entwicklung, Aktivitäten im Ausland

# AUSBLICK

## Aktuelle Forschung

Höhere Automatisierungsgrade in Forschungsprojekten gezeigt:

- FernBin2: Umsetzung von Fernsteuerung mit zusätzlichen Automatisierungsfunktionen in Vorbereitung auf Produkteinführung
- autoFerry/CAPTAN\_X-FERRY: TGAIN-3 für Fähren
- KoliBRI: Vorbereitung von TGAIN Stufe 3
- Pilotprojekt (Norwegen): Fjord1 betreibt ab 09.2026 auf der Lavik-Oppedal-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 Level 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:

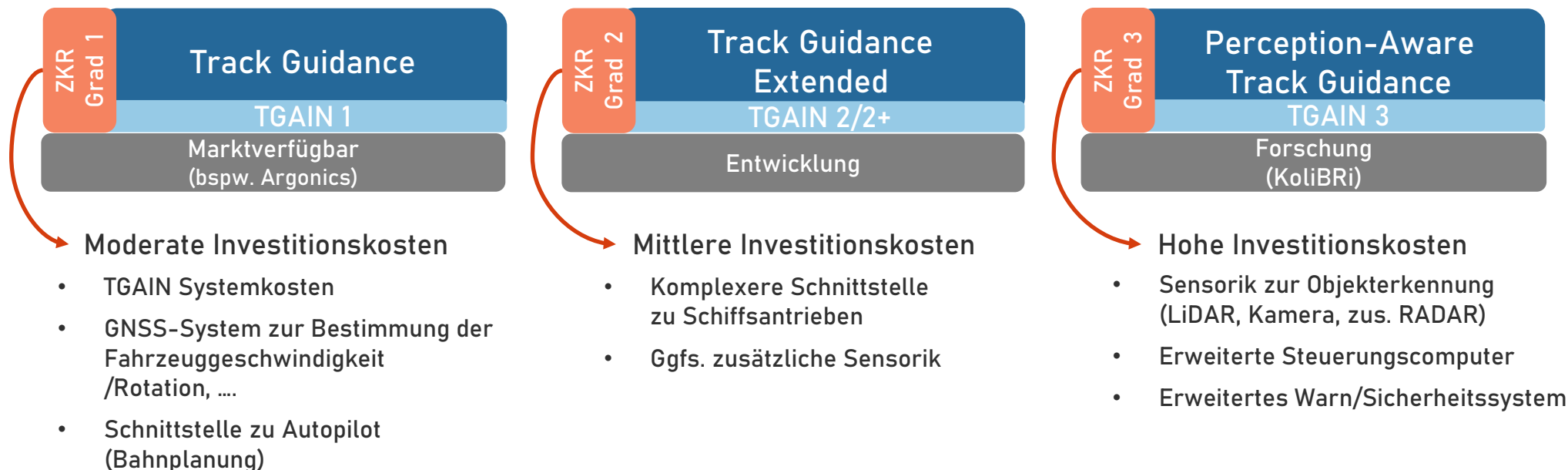
- Das System übernimmt die volle dynamische Fahraufgabe inkl. Kollisionsvermeidung.
- Die Verantwortung des Schiffsführers reduziert sich darauf, übernahmebereit zu bleiben. Er muss sofort eingreifen können, wenn das System ihn dazu auffordert (Übernahmeaufforderung) oder wenn er erkennt, dass das System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

Die ZKR erarbeitet derzeit neue regulatorische Standards für TGAIN-3-Systeme. Eine Aufnahme in den ES-TRIN sowie eine Anpassung der Rheinschiffahrtspolizeiverordnung sind vorgesehen; konkrete Zeitpläne befinden sich in Abstimmung (Stand: April 2026). Seit 1. November 2025 gelten verbindliche Sicherheitsauflagen für TGAIN-Systeme durch die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt [1].

# 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].



Quelle [1]: <https://www.elwis.de/DE/Service/Foerderprogramme/Nachhaltige-Modernisierung-von-Binnenschiffen/Nachhaltige-Modernisierung-von-Binnenschiffen-node.html>

# AUSBLICK

## Aktivitäten im außerhalb Europas

China stellt den weltweit größten Binnenschifffahrtsmarkt

- 9,4 Mrd. Tonnen Güteraufkommen in 2023<sup>1)</sup>
- 125.000 Frachtschiffe in der chinesischen Flotte (Stand 2021)<sup>2)</sup>
- 128.000 km Schiffbare Gesamtlänge<sup>3)</sup>

Intelligente Systeme werden z.B. angeboten von

- Beijing Highlander (Track Control)
- Brinav (Track Control)
- Zhejiang Seaport Group & Wuhan Univ. mit "Zhiyi" Remote Control (Pilotprojekt) | TGAIN Stufe 2
- Jiangtong Technology mit voll autonomem Binnenschiff "Jingzhe" (Pilotprojekt) | TGAIN Stufe 5

Fazit zu marktverfügbaren Produkten:

- Der chinesische Markt konzentriert sich auf die schnelle Etablierung höherer Automatisierungsgrade (TGAIN >3)
- Bisher keine breite Standardisierung wie im europäischen Markt mit TGAIN-Systemen

Autonomiegrad	Verfügbarkeit
Fernsteuerung	Erste kommerzielle Anwendungen
TGAIN Stufe 1	Marktverfügbar
TGAIN Stufe 2	Projektgebunden, Pilotprojekte
TGAIN Stufe 3	Pilotprojekte
TGAIN Stufe 4-5	Forschung & Entwicklung

TGAIN-Zuordnung analog übertragen (nicht offizielles chinesisches Klassifikationssystem).

# 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 TGAIN-1 / ZKR-1 deutlich niedriger, während höhere Stufen noch nicht verfügbar sind. Gleichzeitig nehmen sowohl die Zahl an Lösungen als auch deren Funktionsumfang kontinuierlich zu; Forschungsprojekte treiben die Entwicklung höherer Automatisierungsgrade voran.

### 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“



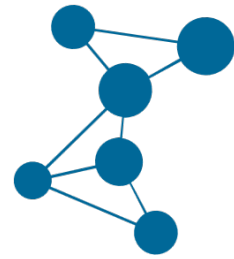
Die „Perspektive nachhaltige Rheinschifffahrt 2030“ ist eine vom Land Nordrhein-Westfalen initiierte und gemeinsam mit rund 100 Partnern aus öffentlicher Hand und Wirtschaft aus sechs Staaten getragene strategische Initiative zur Stärkung einer leistungsfähigen, sicheren und klimaverträglichen Rheinschifffahrt. 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:

- Netzabdeckung als Grundvoraussetzung: Unterstützung eines Pilotprojekts zur Messung der Netzabdeckung 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](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

