



Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
Federal Bureau of Maritime Casualty Investigation

Summarischer Untersuchungsbericht 284/21

Anderer Unfall/Vorkommnis

**Pieranfahrung bei Nutzung der Selbststeueranlage
durch die Motoryacht SANTA CECILIA
im Hamburger Hafen am 5. September 2021**

**sowie vier weitere Unfälle von Sportbooten in
Verbindung mit Selbststeueranlagen**

15. November 2023

Bei dem vorliegenden summarischen Bericht im Sinne von § 27 Abs. 5 des Gesetzes zur Verbesserung der Sicherheit der Seefahrt durch die Untersuchung von Seeunfällen und anderen Vorkommnissen (Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz – SUG) handelt es sich um einen vereinfachten Bericht gemäß Art. 14 Abs. 1 S. 2 der Richtlinie 2009/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festlegung der Grundsätze für die Untersuchung von Unfällen im Seeverkehr.

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit den vorgenannten Rechtsgrundlagen durchgeführt. Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen (§ 9 Abs. 2 SUG).

Der vorliegende Bericht soll nicht in Gerichtsverfahren oder Verfahren der seeamtlichen Untersuchung verwendet werden. Auf § 34 Absatz 4 SUG wird hingewiesen.

Bei der Auslegung des Untersuchungsberichtes ist die deutsche Fassung maßgebend.

Herausgeber:
Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg



Direktor: Ulf Kaspera
Tel.: +49 40 3190 8300
posteingang@bsu-bund.de

Fax.: +49 40 3190 8340
www.bsu-bund.de

Änderungsverzeichnis

Seite	Änderung	Datum

Inhaltsverzeichnis

1	FAKTEN.....	7
	1.1 Schiffsfoto.....	7
	1.2 Schiffsdaten.....	7
	1.3 Reisedaten	7
	1.4 Angaben zum Unfall/Vorkommnis im Seeverkehr	8
	1.5 Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen	9
2	UNFALLHERGANG UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	10
	2.1 Unfallhergang	10
	2.2 Untersuchung	13
	2.2.1 Motoryacht SANTA CECILIA.....	13
	2.2.2 Bootsführer.....	14
	2.2.3 Umweltbedingungen.....	14
	2.2.4 Autopilot der SANTA CECILIA	14
	2.2.5 Vergleichbare Unfälle	16
	2.2.5.1 WILDLIFE – PLANET (Az. 329/21)	16
	2.2.5.2 FRÄULEIN VOM RHIN – CASTOR (Az. 330/21)	18
	2.2.5.3 LIESEL (Az. 398/21).....	21
	2.2.5.4 SINFONIE SYLT (Az. 166/05).....	22
	2.2.6 Autopiloten auf Sportbooten	23
	2.2.6.1 Arten von Autopiloten	23
	2.2.6.2 Sensoren.....	26
	2.2.6.3 Bedienung	29
	2.2.7 Besonderheit Nord-Ostsee-Kanal.....	29
3	BEREITS DURCHGEFÜHRTE MAßNAHMEN.....	31
	3.1 Eigner SANTA CECILIA	31
	3.2 Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nord-Ostsee-Kanal (WSA NOK)	31
4	FAZIT	32
	4.1 Unfallursachen und begünstigende Faktoren, alternative Handlungen im Rückblick	32
	4.1.1 SANTA CECILIA (Az. 284/21).....	32
	4.1.2 WILDLIFE – PLANET (Az. 329/21)	32
	4.1.3 FRÄULEIN VOM RHIN – CASTOR (Az. 330/21)	32
	4.1.4 LIESEL (Az. 398/21).....	33
	4.1.5 SINFONIE SYLT (Az. 166/05).....	33
	4.2 Nutzung von Autopiloten auf Sportbooten	33
5	QUELLENANGABEN.....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Schiffs- und Reisedaten WILDLIFE / PLANET	16
Tabelle 2:	Schiffs- und Reisedaten FRÄULEIN VOM RHIN / CASTOR	18
Tabelle 3:	Schiffs- und Reisedaten LIESEL	21
Tabelle 5:	Vor- und Nachteile der Nutzung eines Autopiloten.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schiffsfoto SANTA CECILIA.....	7
Abbildung 2:	Ausschnitt aus der Seekarte DE48 (INT 1455) River Elbe, Lühesand to Hamburg.....	8
Abbildung 3:	SANTA CECILIA passiert Heck der IDA RAMBOW mit 12,4 kn FÜG	10
Abbildung 4:	SANTA CECILIA am 07.09.2021 – Seitenansicht	12
Abbildung 5:	SANTA CECILIA am 07.09.2021 – Aufbauten und Fahrstand	12
Abbildung 6:	Bedieneinheiten Autopilot SANTA CECILIA	15
Abbildung 7:	Kollision WILDLIFE / PLANET	17
Abbildung 8:	Schiffsfoto FRÄULEIN VOM RHIN	18
Abbildung 9:	Strecke, auf der der Autopilot aktiv war	20
Abbildung 10:	Schiffsfoto LIESEL nach dem Unfall.....	22
Abbildung 11:	Schiffsfoto SINFONIE SYLT	22
Abbildung 12:	Pinnenpilot der FRÄULEIN VOM RHIN	24
Abbildung 13:	Linearantriebe auf Langfahrtyachten	25

Abkürzungsverzeichnis

Abl	Ablenkung
AHRS	Attitude Heading Reference System
AUV	Anderer Unfall/Vorkommnis
Az.	Aktenzeichen
Bf	Beschleunigungsfehler
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie
DMYV	Deutscher Motoryachtverband e. V.
Ff	Fahrtfehler
FüG	Fahrt über Grund
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
IMO	International Maritime Organization, auch kurz für IMO-Nummer
KrA	Kreiselfehler
KVR	Kollisionsverhütungsregeln
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit
Mw	Missweisung
NMEA	National Marine Electronics Association
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
ROC	Restricted Operator's Certificate
SeeSchStrO	Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung
SKS	Seeküstenschifferschein
SUG	Gesetz zur Verbesserung der Sicherheit der Seefahrt durch die Untersuchung von Seeunfällen und anderen Vorkommnissen (Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz)
WSA NOK	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nord-Ostsee-Kanal
WSP	Wasserschutzpolizei
WSPK	Wasserschutzpolizeikommissariat
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 FAKTEN

1.1 Schiffsfoto



Abbildung 1: Schiffsfoto SANTA CECILIA¹

1.2 Schiffsdaten

Schiffsname:	SANTA CECILIA
Schiffstyp:	Motoryacht / Salongsbåt ²
Flagge:	Deutschland
Heimathafen:	Hamburg
Baujahr:	1938
Bauwerft:	Moranäs Werft, Saltsjöbaden, Schweden
Länge ü.a.:	11,17 m
Breite ü.a.:	2,95 m
Tiefgang maximal:	0,7 m
Verdrängung:	ca. 6 t
Maschinenleistung:	255 PS
Hauptmaschine:	Yanmar Sechszylinder Turbodiesel, 4,16 l Hubraum
Geschwindigkeit:	18 kn
Werkstoff des Schiffskörpers:	Holz (Mahagoni, Esche), jeder dritte Spant sowie Bodenwrangen aus Stahl

1.3 Reisedaten

Abfahrtshafen:	Wedel, Deutschland
Bestimmungshafen:	Hamburg (HafenCity), Deutschland
Art der Fahrt:	private Fahrt, national
Besatzung:	1
Tiefgang zum Unfallzeitpunkt:	0,7 m
Anzahl der Passagiere:	5

¹ Quelle: Eigner.

² Schwedische Bezeichnung für ein Salonboot (engl. „Commuter“) aus dem frühen 20. Jahrhundert.

1.4 Angaben zum Unfall/Vorkommnis im Seeverkehr

<p>Art des Seeunfalls:</p> <p>Datum/Uhrzeit:</p> <p>Ort:</p> <p>Breite/Länge:</p> <p>Fahrabschnitt:</p> <p>Folgen:</p>	<p>Anderer Unfall/Vorkommnis (AUV)³, Anfahrung der Pier mit zwei verletzten Personen sowie erheblichen Schäden an der Yacht</p> <p>5. September 2021, 16:03 Uhr (MESZ)</p> <p>Hamburger Hafen in Höhe Athabaskakai 8</p> <p>$\varphi = 53^{\circ}32,2'N$, $\lambda = 009^{\circ}54,3'E$</p> <p>Revierfahrt</p> <p>zwei Personen leichtverletzt, schwere Beschädigung der schiffbaulichen Verbände</p>
--	--

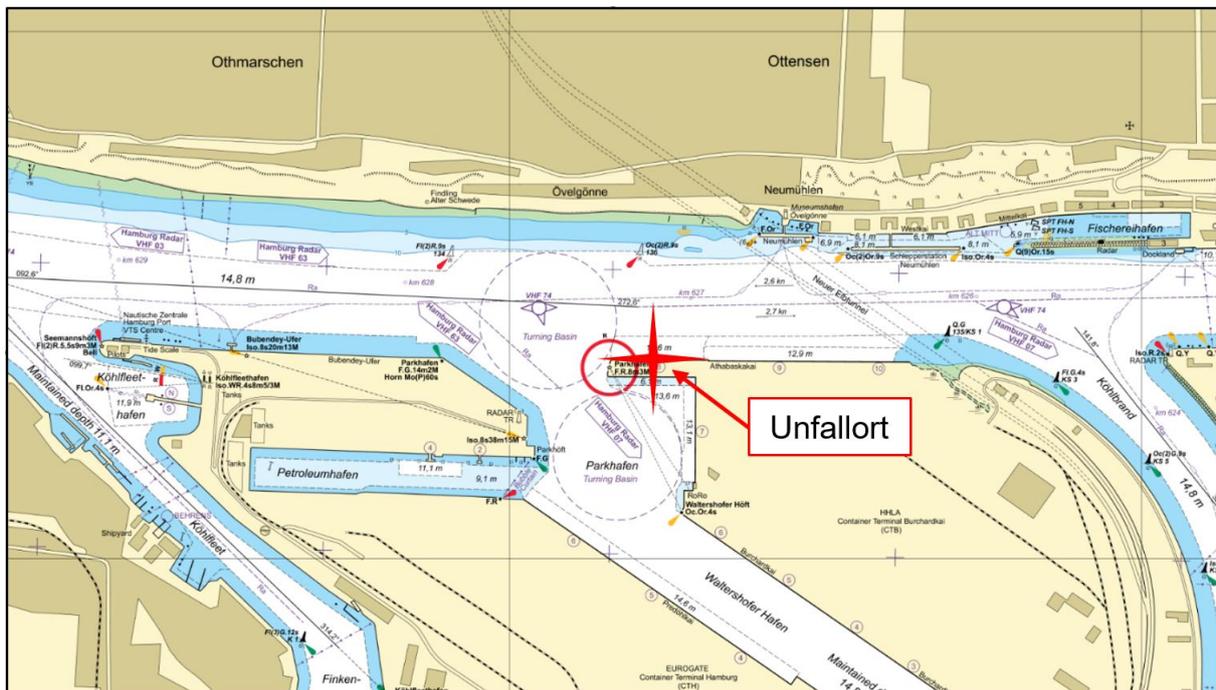


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Seekarte DE48 (INT 1455) River Elbe, Lühesand to Hamburg⁴

³ Seeunfälle mit ausschließlicher Beteiligung von nicht gewerblich genutzten Sportbooten fallen nicht in den Anwendungsbereich von Abschnitt 1 des Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetzes (SUG). Dieser Seeunfall wurde daher als anderer Unfall/Vorkommnis und nicht als schwerer Seeunfall klassifiziert.

⁴ Quelle: BSH.

1.5 Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen

Beteiligte Stellen:	Schweres Hafenstreifenboot WS35 des Hamburger Wasserschutzpolizeikommissariats (WSPK) 1, Schweres Hafenstreifenboot WS37 des Hamburger WSPK 2, Schlepper HOFE (Rufzeichen: DA9578), Nautische Zentrale Hamburg (Verkehrszentrale)
Eingesetzte Mittel:	Anker mit Ankerleine, zusätzliche Leine, Rettungsinsel
Ergriffene Maßnahmen:	Ausschalten des Bootsmotors, Ausbringen eines Ankers mit verlängerter Ankerleine, Ausbringen und Auslösen einer Rettungsinsel, Erstversorgung der Verletzten, Abschleppen des Sportbootes durch einen Hafenschlepper

2 UNFALLHERGANG UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

2.1 Unfallhergang

Der im Folgenden geschilderte Unfallhergang basiert hauptsächlich auf dem Augenzeugenbericht des Bootsführers sowie der Meldung des Hamburger WSPK 1 an die BSU vom 6. September 2021. Am 21. und 29. September 2021 fanden persönliche Gespräche (per Videokonferenz) zwischen dem Bootsführer und dem Untersuchungsteam der BSU statt. Die Aussagen des Bootsführers wurden mit den vorliegenden Radarbildern des Unfallzeitraumes der Nautischen Zentrale verifiziert.

Am 5. September 2021 fuhr der Bootsführer mit fünf weiteren Personen (Familienangehörige) von Wedel kommend in Richtung Hamburger Hafen. Ziel war der City Sporthafen. Die SANTA CECILIA fuhr vor dem Erreichen des Hamburger Hafens stets außerhalb des Fahrwassers neben dem grünen Tonnenstrich. Die Elbe war stark frequentiert durch Berufsschifffahrt und Sportboote.

Bei der Einfahrt in den Parkhafen zwischen Bubendey-Ufer und Athabaskahöft verlangsamte das ebenfalls in Richtung Hamburg fahrende Containerschiff IDA RAMBOW vor der SANTA CECILIA die Fahrt, um dort zu drehen und dann rückwärts den Liegeplatz 10 am Athabaskakai anzulaufen. Für den Bootsführer der SANTA CECILIA sah das Wendemanöver zunächst so aus, als ob die IDA RAMBOW in den Parkhafen einfahren würde. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem Containerschiff und der Motoryacht war für den Bootsführer schwierig einzuschätzen. Er änderte mit Beginn des Drehmanövers der IDA RAMBOW seinen Kurs nach Backbord, in die Mitte des Fahrwassers der Elbe, um das Containerschiff zu überholen und an seiner Steuerbordseite zu lassen.



Abbildung 3: SANTA CECILIA passiert Heck der IDA RAMBOW mit 12,4 kn FÜG⁵

⁵ Quelle: Nautische Zentrale Hamburg, Screenshot vom 05.09.2021 um 16:01:30 Uhr; Anmerkungen durch BSU.

Nach dem Passieren der IDA RAMBOW änderte der Bootsführer der SANTA CECILIA den Kurs nach Steuerbord auf etwa 135°, um wieder auf die südliche Fahrwasserseite zu gelangen. Zu diesem Zeitpunkt lag der Athabaskakai etwa 0,15 sm (oder knapp 280 m) voraus. Auf diesem Kurs fiel das Mobiltelefon des Bootsführers vom angeschrägten Fahrpult auf den Boden. Er schaltete im Reflex mit der noch in Reichweite liegenden Fernbedienung die Selbststeueranlage (Autopilot) ein, bevor er sein Telefon aufhob. Die Fernbedienung war griffbereit, da der Autopilot zuvor auf freier Strecke genutzt worden war.

Wenige Augenblicke später wollte der Bootsführer mit der Fernbedienung den Autopiloten wieder ausschalten, um von Hand den Kurs nach Backbord zu ändern und dem Fahrwasserverlauf weiter in Richtung City Sporthafen zu folgen. Dies gelang nicht. Nach mehrmaligem Betätigen der Fernbedienung wollte er den Autopiloten über den Sicherungskasten ausschalten, um erneut von Hand steuern zu können. Im Sicherungskasten in der Nähe des Steuerrads fand er unter den etwa 30 verbauten Sicherungsschaltern jedoch nicht sofort den maßgeblichen. Das Hauptbedienelement des Autopiloten war für den Bootsführer zu diesem Zeitpunkt nicht gut zu erreichen, da sich dieses rechts, etwas unterhalb der Sitzfläche vom Stuhl des Rudergängers befand, und er links vom Stuhl stand.

Die Kaimauer des Athabaskakai befand sich nun unmittelbar vor der SANTA CECILIA und aus Sicht des Bootsführers konnte eine Anfahrung nicht mehr verhindert werden. Um den Aufprall zu verringern, legte er den Fahrhebel auf Stopp. Er erinnere sich, dass er den Fahrhebel definitiv nicht auf Voll-Zurück gestellt hatte, da er den Motor und den Fahrhebel stets behutsam nutze. Auch in der Notlage sei er nicht in der Lage gewesen, anders zu handeln und den Fahrhebel auf Voll-Zurück zu stellen. Im Nachhinein wäre aus Sicht des Bootsführers ein Voll-Zurück-Manöver angemessen gewesen.

Die SANTA CECILIA kollidierte mit der Steuerbordseite und einer Geschwindigkeit von noch ca. 7 - 9 kn mit der Kaimauer. Die vorderen Aufbauten wurden durch einen erhöht an der Pier hängenden zylindrischen Fender von oben nahezu vollständig zerstört. Eine hinter dem Bootsführer stehende Passagierin wurde durch das eingedrückte Dach des Fahrstands am Kopf verletzt und blutete stark. Der Bootsführer selbst erlitt Schnittwunden durch die zu Bruch gegangenen Glasscheiben und war leichtverletzt.



Abbildung 4: SANTA CECILIA am 07.09.2021 – Seitenansicht⁶



Abbildung 5: SANTA CECILIA am 07.09.2021 – Aufbauten und Fahrstand⁷

⁶ Quelle: BSU.

⁷ Quelle: BSU.

Der Motor der SANTA CECILIA lief nach der Anfahrung im Leerlauf und wurde später ausgeschaltet. Durch die noch auflaufende Tide trieb die Yacht in Richtung des am Liegeplatz 9 festgemachten Containerschiffes ARIES J (IMO 9514767). Das Ruder ließ sich nicht mehr bedienen, einerseits durch den nach wie vor aktivierten Autopiloten und andererseits durch die (heraus)gebrochene Steuersäule. Der Bootsführer brachte unverzüglich den Anker aus, musste jedoch die Ankerleine aufgrund der hohen Wassertiefe (ca. 18 - 19 m) kurzerhand mit einer weiteren Leine verlängern. Der Anker hielt.

Währenddessen fuhr die IDA RAMBOW rückwärts relativ nah mit etwa 3,5 kn an der SANTA CECILIA vorbei. Da sich der Bootsführer zu diesem Zeitpunkt nicht sicher war, ob seine Yacht schwimmfähig bleiben würde und eine Kollision mit der IDA RAMBOW nicht ausschließen konnte, ließ er eine Rettungsinsel zu Wasser. Letztendlich hatte die Schiffsführung des Containerschiffes die Yacht wahrgenommen und hielt sich klar. Da es zu keinem Wassereintritt durch Beschädigungen unterhalb der Wasserlinie der Yacht kam und die Yacht schwimmfähig blieb, stieg niemand in die Rettungsinsel.

Um 16:15 Uhr erreichte die WS35 des Hamburger WSPK1 die Unfallstelle, etwa vier Minuten später auch die WS37. Mehrere Passagiere, u. a. die Passagierin mit der Kopfverletzung, wurden von der Wasserschutzpolizei beim Museumshafen Oevelgönne an Land gebracht. Der Hafenschlepper HOFE nahm die SANTA CECILIA längsseits und schleppte die stark beschädigte Yacht zum Anleger des WSPK1 am Waltershofer Damm. Der beim Bootsführer durchgeführte Alkohol- und Drogentest verlief negativ.

2.2 Untersuchung

2.2.1 Motoryacht SANTA CECILIA

Die Motoryacht SANTA CECILIA wurde 1937 als sog. „Salongsbåt“ (Salonboot, Motorkreuzer) von dem Dänen Knud Hjelmberg Reimers entworfen und 1938 auf der Moranäs Werft in Saltsjöbaden (Schweden) fertiggestellt. Über die Jahre wechselte die Yacht mehrfach ihren Namen und Besitzer, wurde zwischenzeitlich einige Jahre in einer Halle stillgelegt und fand Ende der Achtziger-/Anfang der Neunzigerjahre den Weg nach Norddeutschland. Sie bekam einen neuen, sparsameren Motor sowie eine neue Elektrik, wurde aber ansonsten im Originalzustand seetüchtig erhalten.

2004 kam die Yacht in den Besitz der Familie des Bootsführers und wurde 2005 auf den Namen SANTA CECILIA getauft. Ab dem Sommer 2015 gab es für die SANTA CECILIA einen etwa einjährigen Werftaufenthalt auf der Yachtwerft Lütje in Hamburg, bei dem umfassende Arbeiten durchgeführt wurden, u. a.:

- Einbau eines modernen Plotters, eines Autopiloten, eines Warmwasserboilers und einer Warmluftheizung,
- Schallisolierung des Motors,
- Reparatur und/oder Austausch mehrerer stählerner Bodenwrangen (jetzt Edelstahl),
- Aufarbeitung der verchromten Beschläge,

- Reparatur und/oder Ersatz vieler morscher und maroder Holzteile:
 - Steven,
 - einzelne Planken(teile) des Rumpfes,
 - Holzdeck,
 - Steuerstand,
 - Fensterrahmen,
 - Salonwände,
- Abtragen des Lacks und Neulackierung der gesamten Yacht (auch Unterwasserschiff),
- fachgerechte Konservierung der Bilge.

Die SANTA CECILIA wurde durch den Bootsführer ausschließlich auf der Elbe für Fahrten ab Wedel genutzt, sowohl alleine als auch mit Familie und Freunden. Er ist unzählige Male mit der Yacht vom Liegeplatz in Wedel nach Hamburg und zurück gefahren.

2.2.2 Bootsführer

Der Bootsführer der SANTA CECILIA betreibt Wassersport seit dem 7. Lebensjahr. Zeitweise segelte er als Leistungssportler und seit knapp 30 Jahren verbringt er Ferien auf einem Schiff. Er besitzt einen vom Deutschen Motoryachtverband e. V. (DMYV) ausgestellten Sportbootführerschein „C“ (Erstausstellung 1984) sowie einen im Jahr 2001 ausgestellten Sportküstenschifferschein (SKS). Ebenfalls seit 2001 hält er ein „Beschränkt Gültiges Betriebszeugnis für Funker I“ (Restricted Operator’s Certificate, ROC).

2.2.3 Umweltbedingungen

Zum Unfallzeitpunkt um 16:03 Uhr herrschte am Athabaskakai noch Flustrom kurz vor dem Tidehochwasser um 16:26 Uhr mit 3,93 m (Bezugsort: Seemannshöft, Kenterzeitpunkt ca. 16:50 Uhr). Unmittelbar an der Kaimauer waren die Strömungsgeschwindigkeiten mit < 0,4 kn deutlich geringer als in der Mitte des Fahrwassers. Der Wind wehte aus ostnordöstlicher Richtung mit 1 - 2 Bft bei einem leicht bewölkten Himmel und guter Sicht.⁸

2.2.4 Autopilot der SANTA CECILIA

Die SANTA CECILIA war zum Unfallzeitpunkt mit einem Autopiloten aus der Evolution-Serie des Herstellers Raymarine® ausgerüstet. Der Autopilot griff direkt auf den Ruderstock zu. Das Steuerrad (inkl. Übersetzungssystemen) war bei aktivem Autopiloten außer Kraft und konnte auch nicht bewegt werden. Für die Kursmessung diente ein kombinierter Sensor (Attitude Heading Reference System, vgl. 2.2.6.2). Das System konnte über eine festverbaute Bedieneinheit mit Display („p70R“) oder eine Fernbedienung („SmartController“) als Tochterbedieneinheit gesteuert werden.

⁸ Deutscher Wetterdienst; Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie; HPA WI221 (Hydrologische Beratung); timeanddate.de: Wetter-Rückblick für Hamburg – September 2021.



Abbildung 6: Bedieneinheiten Autopilot SANTA CECILIA⁹

Das Evolution System wurde etwa zwei Jahre vor dem Unfall eingebaut und ausschließlich im Modus „AUTO“ (Kompass-Steuerung, vgl. 2.2.6.3) genutzt. Auf dem Weg von Wedel in den Hamburger Hafen habe das System noch einwandfrei funktioniert. Die Fernbedienung des Autopilots hätte der Eigner und Bootsführer am Unfalltag etwa 2 - 2,5 Stunden in der Ladestation aufgeladen. Er gehe daher davon aus, dass die Fernbedienung nicht wegen fehlender Stromversorgung versagte, gab jedoch an, den Ladezustand der Fernbedienung weder vor noch nach dem Unfall kontrolliert zu haben.

Der Bootsführer schilderte gegenüber der BSU außerdem, dass er nicht versucht hatte, mit dem Autopiloten, sei es mit der Fernbedienung oder der festverbauten Bedieneinheit, den Kurs nach Backbord zu ändern. Auf Knopfdruck können Kursänderungen in 1°- und 10°-Schritten vorgenommen werden. Diese Funktion nutze der Bootsführer jedoch in der Regel nicht, sondern steuere Kursänderungen manuell und schalte, sobald sich die Yacht auf dem gewünschten Kurs befindet, zurück auf die Automatiksteuerung. Im Nachhinein halte er eine Kursänderung mittels SmartController zur Vermeidung der Anfahrung für nicht geeignet, da innerhalb kürzester Zeit eine Hartruderlage erforderlich gewesen wäre. Die Kurskorrektur mit Hilfe des Autopilots erfolge nach der Erfahrung des Bootsführers langsam und mit einer kleinen Verzögerung. Seiner Meinung nach hätte die Anfahrung so nicht vermieden, nur ggf. der Einschlagswinkel verändert werden können.

Dem Eigner der Yacht sei vom Hersteller mitgeteilt worden, dass der Autopilot softwareseitig „eingefroren“ wäre, der Grund hierfür jedoch nicht hätte geklärt werden können. Weitere Ermittlungen der Wasserschutzpolizei in Zusammenarbeit mit dem Hersteller der Selbststeueranlage zum Systemausfall blieben ergebnislos.

⁹ Quelle: Links: RAYMARINE UK LIMITED: *p70 / p70R Installations- und Bedienungsanleitung*. Dokument 81355-1-DE, 2014.

Rechts: RAYMARINE UK LIMITED: *SmartController – Kabellose Fernbedienung für SeaTalk-Autopilots*. Archivnummer 81243_2, 2005.

2.2.5 Vergleichbare Unfälle

2.2.5.1 WILDLIFE – PLANET (Az. 329/21)

Am 2. September 2021 um 13:43 Uhr kam es auf dem Nord-Ostsee-Kanal (NOK) zu einer Kollision zwischen der Segelyacht WILDLIFE und dem Forschungs- und Vermessungsschiff PLANET.

Tabelle 1: Schiffs- und Reisedaten WILDLIFE / PLANET

Schiffsname:	WILDLIFE	PLANET
Schiffstyp:	Sportboot, Segelyacht	Forschungs-/ Vermessungsschiff
Flagge:	Niederlande	Bundesdienstflagge
Heimathafen:	Amsterdam	Eckernförde
Rufzeichen:	PH4425	DRLA (IMO 9245732)
Baujahr:	2020	2005
Bauwerft:	/	Schaaf Industrie AG (SIAG) Nordseewerke, Emden, Deutschland
Länge ü.a.:	22,00 m	73,00 m
Breite ü.a.:	5,81 m	27,20 m
Tiefgang:	2,30 m	6,80 m
Maschinenleistung:	/	4.160 kW
Werkstoff des Schiffskörpers:	Aluminium	Stahl
Abfahrthafen:	Helsinki, Finnland	Kiel, Deutschland
Anlaufhafen:	Makkum, Niederlande	Lissabon, Portugal
Besatzung:	1	5 Personen auf der Brücke
Unfallzeit:	2. September 2021, 13:43 Uhr (MESZ)	
Unfallort:	φ = 53°59,5'N, λ = 009°17,2'E NOK, Kanalkilometer 16 – Höhe Burg	

Beide Fahrzeuge befuhren den NOK westgehend in Richtung Brunsbüttel mit wechselnden Geschwindigkeiten. Die PLANET (Verkehrsgruppe 5) musste während der Passage mehrfach in den Weichen ihre Geschwindigkeit reduzieren, um andere Schiffe passieren zu lassen, fuhr ansonsten aber etwas schneller als die WILDLIFE. Dies führte dazu, dass sich beide Fahrzeuge während der Kanalpassage mehrfach gegenseitig überholten. Zwischen Kanalkilometer 17 und 16 nahe Burg und noch vor Audorf fuhren die PLANET und die WILDLIFE nebeneinander her, die PLANET mit knapp 9 kn in der Mitte des Fahrwassers und die WILDLIFE mit etwa 8 kn auf ihrer Steuerbordseite dichter an der Böschung. Im weiteren Verlauf reduzierte die PLANET ihre Geschwindigkeit auf etwa 7 kn, sodass die WILDLIFE wieder das schnellere Fahrzeug war. Auf Höhe des Kanalkilometers 16 befand sich die WILDLIFE schräg hinter der PLANET und näherte sich langsam wieder dieser an. Anstatt dem eine leichte Rechtskurve beschreibenden Fahrwasser zu folgen, fuhr die WILDLIFE weiter geradeaus und kollidierte folglich mit der achteren Steuerbordseite der PLANET.



Abbildung 7: Kollision WILDLIFE / PLANET¹⁰

Auf der Brücke der PLANET sei die Kollisionsgefahr zuvor nicht wahrgenommen worden. Alle Personen auf der Brücke (Lotse, Kapitän, Kanalsteuerer, Wachoffizier, Matrose) hätten den Blick nach vorne gerichtet gehabt, als plötzlich ein kratzendes/schabendes Geräusch durch die an steuerbord offenstehende Tür der Brückennock vernommen worden sei. Die WILDLIFE habe sich mit Teilen des stehenden Guts an der Oberkante der Reling (Schanzkleid des Oberdecks) der PLANET verkeilt, die nach Aussage des Lotsen sofort die Maschinenleistung auf ein Minimum reduziert und dann die steuerbordseitige Maschine gestoppt habe. Außerdem sei der Kurs trotz der Rechtskurve im Kanal zunächst beibehalten worden. Daraufhin sei die Segelyacht unter starken Geräuschen freigekommen. Das backbordseitige Want sowie die Reling der WILDLIFE wurden durch die Kollision beschädigt und es fanden sich abgebrochene Teile auf dem Deck der PLANET, an der nur geringfügige Lackschäden entstanden waren. Verletzt wurde niemand.

Ein Schiffsmechaniker der PLANET (Ankerwache vorne) habe beobachtet, dass sich zum Zeitpunkt der Kollision niemand am Steuerstand der WILDLIFE befunden hätte und niemand an Deck oder im Cockpit der Yacht gewesen sei. Ermittlungen der Wasserschutzpolizei, die am Notanleger Fährstelle Kudensee die WILDLIFE stoppten und den Bootsführer befragten, ergaben, dass zum Kollisionszeitpunkt „eine Steuerautomatik“ angeschaltet gewesen sei. Warum der Bootsführer den Steuerstand verlassen hatte, konnte nicht ermittelt werden.

¹⁰ Quelle: ANDREAS REQUARD, <https://nok-schiffsbilder.de/modules/myalbum/photo.php?lid=126663> (06.07.2023).

2.2.5.2 FRÄULEIN VOM RHIN – CASTOR (Az. 330/21)

Am 13. August 2021 um 11:25 Uhr kam es ebenfalls auf dem NOK zu einer Kollision zwischen der Segelyacht FRÄULEIN VOM RHIN und dem festliegenden Binnenschiff CASTOR.



Abbildung 8: Schiffsfoto FRÄULEIN VOM RHIN¹¹

Tabelle 2: Schiffs- und Reisedaten FRÄULEIN VOM RHIN / CASTOR

Schiffsname:	FRÄULEIN VOM RHIN	CASTOR
Schiffstyp:	Sportboot, Segelyacht (Hanseat 69)	Binnengütermotorschiff
Flagge:	Deutschland	Deutschland
Heimathafen:	Wismar	Hamburg
Rufzeichen:	DH2765	DJ5764
Baujahr:	1969	1907
Bauwerft:	Asmus KG Yachtbau, Glückstadt, Deutschland	/
Länge ü.a.:	10,30 m	85,24 m
Breite ü.a.:	2,98 m	9,47 m
Tiefgang:	1,65 m	/
Maschinenleistung:	23 PS	589 kW
Werkstoff des Schiffskörpers:	GFK	Stahl
Abfahrtshafen:	Brunsbüttel, Deutschland	festgemacht am Anleger „Dyhrssenmoor“
Anlaufhafen:	Rendsburg, Deutschland	

¹¹ Quelle: Eigner.

Besatzung: 2 /
Unfallzeit: 13. August 2021, 11:25 Uhr (MESZ)
Unfallort: $\varphi = 53^{\circ}57,5'N$, $\lambda = 009^{\circ}15,2'E$
NOK, Anleger „Dyhrssenmoor“, bei Kanalkilometer
12,8

Die Segelyacht FRÄULEIN VOM RHIN befand sich nach einem Segeltörn am Unfalltag ostgehend auf dem NOK und lief mit etwa 5,5 kn auf einem nordöstlichen Kurs von 039° . Der Bootsführer habe die Yacht vom Cockpit gesteuert, während sich seine Mitseglerin auf dem Vorschiff befunden habe. Während der Fahrt, kurz nach der Passage der Weiche Kudensee, habe sich der am Achterstag angebrachte Bootshaken gelöst. Auf dem einsehbaren, für eine längere Strecke geraden Kanalabschnitt hätten sich keine anderen Verkehrsteilnehmer befunden, weder achterlich noch voraus.

Der Bootsführer schaltete nach eigenen Angaben seinen Autopiloten ein und beobachtete zunächst das Steuerverhalten seiner Yacht. Normalerweise hätte er auf dem NOK den Autopiloten nicht genutzt, da ihm dies bei Schiffsverkehr zu gefährlich erscheine. Bedingt durch den geraden und freien Kanalabschnitt habe er das Risiko der Benutzung den Autopiloten in diesem Moment jedoch als gering eingeschätzt. Insgesamt habe der Autopilot für etwa 10 Minuten unauffällig funktioniert, bevor der Bootsführer sich um den gelösten Bootshaken gekümmert habe. Er sah keine Notwendigkeit, seine Mitseglerin in das Manöver einzubeziehen.

Nachdem der Bootsführer etwa 4 - 5 Minuten am Achterstag beschäftigt gewesen sei und während der Passage des am Anleger Dyhrssenmoor festliegenden Binnenschiffes CASTOR in einem Abstand von etwa 6 - 7 m, habe der Autopilot plötzlich eine 90° -Kursänderung nach Steuerbord vollzogen.

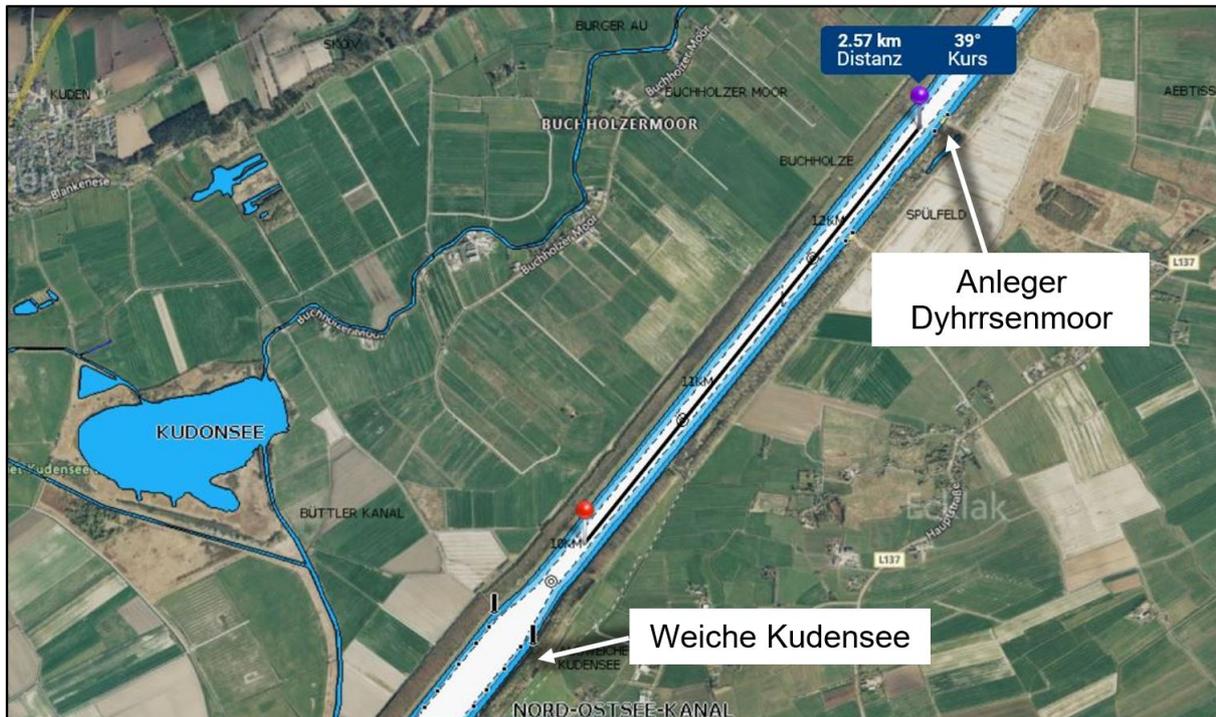


Abbildung 9: Strecke, auf der der Autopilot aktiv war¹²

Aufgrund des geringen Abstands zur CASTOR sei es dem Bootsführer nicht mehr rechtzeitig gelungen, die mechanische Verbindung zwischen Selbststeueranlage und Pinne zu lösen und selbst den Kurs zurück nach Backbord zu ändern. Die Kursänderung sei so heftig gewesen, dass seine Mitseglerin diese sofort bemerkte und vom Vorschiff aus darauf aufmerksam machte. Unmittelbar danach kollidierte die Segelyacht mit ihrem Steuerbordbug in einem Winkel von etwa 45° mit der Bordwand des Binnenschiffes, wodurch die Yacht nach Backbord abgelenkt wurde.

Die FRÄULEIN VOM RHIN wurde nach dem Unfall angewiesen, am Notanleger Süd der Fährstelle Burg festzumachen. Dort besichtigte die Wasserschutzpolizei die Yacht.

An der Segelyacht entstand oberhalb der Wasserlinie ein Schaden im Gelcoat und einige Lackschäden an der Steuerbordseite. Die Außenhaut wurde nicht strukturell beschädigt und es wurde niemand verletzt. Auch am Binnenschiff entstanden geringe Sachschäden. Die Wasserschutzpolizei stellte geringen Farbabrieb und eine beschädigte Metallstütze einer abnehmbaren Reling fest.

Der Bootsführer gehe davon aus, dass die große Eisenmasse der CASTOR den Fluxgate-Kompass (vgl. 2.2.5.4) seines Autopiloten (Autohelm 2000) abgelenkt hat.

¹² Quelle: NAVIONICS
 (<https://webapp.navionics.com/?lang=de#boating/mapOptions@11&key=gthlyskw%40>),
 Anmerkungen durch BSU.

2.2.5.3 LIESEL (Az. 398/21)

Am 20. Juni 2021 zwischen 08:15 und 08:45 Uhr kam es zu der Anfahrung eines Dalbens auf dem NOK bei Kanalkilometer 21,5 in der Weiche Dückerswisch durch die Segelyacht LIESEL.

Tabelle 3: Schiffs- und Reisedaten LIESEL

Schiffsname:	LIESEL
Schiffstyp:	Sportboot, Segelyacht (HC 43 T)
Flagge:	Deutschland
Heimathafen:	Ditzum
Rufzeichen:	DG5479
Baujahr:	1991
Bauwerft:	Shin Hsing Yachting, Taiwan
Länge ü.a.:	16,00 m
Breite ü.a.:	4,21 m
Tiefgang:	/
Maschinenleistung:	66 PS
Werkstoff des Schiffskörpers:	Holz
Abfahrthafen:	Emden, Deutschland
Anlaufhafen:	Kiel, Deutschland
Besatzung:	2
Unfallzeit:	20. Juni 2021, zwischen 08:15 - 08:45 Uhr (MESZ)
Unfallort:	$\varphi = 54^{\circ}02,4'N$, $\lambda = 009^{\circ}18,3'E$ NOK, Weiche Dückerswisch, Kanalkilometer 21,5

Die mit zwei Personen besetzte Segelyacht LIESEL befand sich am Unfalltag ostgehend auf dem NOK und passierte die Weiche Dückerswisch mit einem anliegenden Kurs über Grund von 009° . Der Bootsführer habe den festverbauten Autopiloten als Hilfsmittel zum Halten des Kurses genutzt und sich achtern im Cockpit aufgehalten, während sich sein Mitsegler unter Deck befunden habe.

Der Bootsführer habe sich entschieden, kurzzeitig den Fahrstand zu verlassen, um auf dem Vorschiff im Wind schlagende Leinen zu klarieren. Er sah keine Notwendigkeit, seinen Mitsegler in das Manöver einzubeziehen. Hierbei sei die Yacht nach Steuerbord aus dem Ruder gelaufen und mit einem der Dalben in der Weiche kollidiert. Es kam zu keinen Personenschäden und der Segler unter Deck habe lediglich einen starken Ruck verspürt.

Durch die Wasserschutzpolizei konnten keine Beschädigungen an den Dalben festgestellt werden. Der hölzerne, etwa 2 m über der Wasserlinie liegende Klüverbaum der LIESEL brach in Folge des Unfalls ab. Außerdem ging eine Seitenlaterne verloren.

Der Eigner/Bootsführer gehe davon aus, dass die breite Metallarmierung an den Dalben den an der Steuerbordseite angebrachten Fluxgate-Kompass (vgl. 2.2.5.4) seines Autopiloten abgelenkt hat und der Unfall durch einen zu dichten Passierabstand zu den Dalben sowie Unaufmerksamkeit begünstigt worden sei.

Abbildung 10: Schiffsfoto LIESEL nach dem Unfall¹³

2.2.5.4 SINFONIE SYLT (Az. 166/05)

Am 5. Mai 2005 kam es auf der Flensburger Förde zum sehr schweren Seeunfall der Segelyacht SINFONIE SYLT, bei dem eine Person ums Leben kam. Am 1. Juni 2006 veröffentlichte die BSU hierzu den [Untersuchungsbericht 166/05](#). Dieser Unfall wird in diesem Summarischen Untersuchungsbericht erneut vorgestellt, um auch die Besonderheiten der Nutzung eines Autopiloten unter Segeln zu beleuchten.

Abbildung 11: Schiffsfoto SINFONIE SYLT¹⁴

¹³ Quelle: Wasserschutzpolizeirevier Brunsbüttel.

¹⁴ Quelle: BSU.

Die Segelyacht war mit drei erfahrenen Personen besetzt und auf dem Weg vom dänischen Hafen Høruphav nach Hamburg. Kurz vor dem tödlichen Unfall lag ein Kurs von 140° an und die Yacht segelte bei achterlichem Wind (5 - 6 Bft, in Böen 6 - 7 Bft aus Nordwest) mit etwa 10 kn Geschwindigkeit und an der Backbordseite stehendem Groß- und Genuusegel. Der Steuermann und eine Mitseglerin befanden sich achtern im Cockpit der Yacht beim Backbord-Steuerstand und der Bootsführer war gerade unter Deck gegangen, als der Steuermann geäußert habe, dass die Steuerung der Yacht vom Autopiloten übernommen werden könne, da er eine Cockpitscheibe reinigen wolle. Der Steuermann habe die entsprechenden Einstellungen am Autopiloten vorgenommen und sich anschließend umgehend in den vorderen Teil des Cockpits begeben. Auf dem Weg dorthin sei die Yacht plötzlich aus dem Ruder gelaufen und es sei zu einer heftigen Backbordkursänderung gekommen, sodass das Heck der Yacht durch den Wind drehte und folglich die Segel abrupt auf die Steuerbordseite umschlugen. Als der Steuermann zum Steuerstand zurückeilte, um die Yacht wieder auf Kurs zu bringen, sei er von der Großschot erfasst und gegen die Steuerbordseite des Cockpits geschleudert worden, wobei er tödliche Kopfverletzungen erlitt.

Wie es zu dem Abfallen der Yacht nach Lee, also dem unfallauslösenden Ereignis gekommen ist, konnte nicht mit letzter Sicherheit geklärt werden. Drei mögliche Erklärungsansätze wurden ermittelt:

- 1) Der Autopilot wurde aktiviert, jedoch wurde die etwa 20- bis 30-sekündige Einstellungsphase nicht abgewartet und der Steuerstand frühzeitig verlassen. Während der Einstellungsphase kann es insbesondere im Segelbetrieb zu Pendelbewegungen des Ruders kommen, sodass die Yacht anluvt oder abfällt.
- 2) Der Autopilot sollte zwar aktiviert werden, aber die Automatiktaste ist nicht ausreichend betätigt worden.
- 3) Eine plötzliche Änderung der Windrichtung führte zum Abfallen und dem Umschlagen des Großbaumes.

2.2.6 Autopiloten auf Sportbooten

2.2.6.1 Arten von Autopiloten

Auf Sportbooten werden verschiedene Autopiloten verbaut:

- 1) Cockpitpiloten (Pinnen- und Radpiloten)

Bei Pinnenpiloten ersetzt ein beweglicher Arm, der seitlich im Cockpit angebracht ist, die steuernde Person. Er zieht die Pinne entweder in Richtung der eigenen Halterung (entspricht auf der Yacht in Abbildung 12 einer Backbord-Kursänderung) oder drückt sie weg (hier Steuerbord-Kursänderung):



Abbildung 12: Pinnenpilot der FRÄULEIN VOM RHIN¹⁵

Bei Radpiloten wird das Steuerrad durch eine dort direkt montierte Vorrichtung gedreht, z. B. mit Hilfe eines elektrisch angetriebenen Zahnriemens oder -rads.

Insbesondere bei achterlicher See und auf Raumwindkursen können solche Systeme aus verschiedenen Gründen an ihre Grenzen kommen. Beispielhaft ist hier die systembedingte Dämpfung des impulsgebenden Fluxgate-Kompasses zu nennen, die schnelle Kursanpassungen verhindert. In Kombination mit einem zusätzlichen Kurskreisel/Drehratensensor, der praktisch verzögerungsfrei auf Kursänderungen reagiert, kann die Dämpfung des Fluxgate-Kompasses aufgehoben werden.¹⁶

2) Festeingebaute Autopiloten

Auf größeren Yachten und/oder auf hoher See und bei starkem Wellengang sind festeingebaute Autopiloten, die z. B. über einen hydraulischen Antrieb direkt auf das Ruder zugreifen, besser geeignet (insbesondere für den Dauereinsatz). Solche Systeme können mehr Kraft aufbringen als Cockpitpiloten.¹⁷

¹⁵ Quelle: Eigner.

¹⁶ DEUTSCHER HOCHSEESPORTVERBAND »HANSA« E. V.: *Seemannschaft – Handbuch für den Yachtsport*. 32. Aufl. Bielefeld: Delius Klasing Verlag, 2022. – ISBN 978-3-667-11658-1. S. 99.

¹⁷ BERND GRÖNEVELD auf BLAUWASSER.DE: *Elektrischer Autopilot: Dimensionierung, Kalibrierung, Steuerverhalten, Wartung und Service*. <https://www.blauwasser.de/autopilot> (10.07.2023).



Abbildung 13: Linearantriebe auf Langfahrtyachten¹⁸

Bei der Auswahl des Systems müssen neben individuellen Anforderungen an den Autopiloten (Einsatzdauer, Präzision, Funktionalitäten, etc.) auch die Dimensionierung der Antriebseinheit in Bezug auf die Größe und Verdrängung der Yacht sowie den Ruderdruck beachtet werden. Mögliche Antriebsarten umfassen: Hydraulikantrieb (Bewegung des Ruders per Hydraulikpumpe und -zylinder), Linearantrieb (hydraulisch oder mechanisch), Getriebemotor (Bewegung des Ruders über eine Kette und Zahnrad), Drehantrieb (für Lenksysteme mittels Kabel und Lenkstangen).

3) Windfahnensteuerung

Solche Steuerungen halten Segelyachten in einem konstanten Winkel zum relativen Wind, sodass die Segelstellung nicht verändert werden muss. Sie nutzen ein Hilfsruder oder sind mit dem Hauptruder verbunden, haben eine vertikale oder horizontale Windfahne und steuern mit Wind- oder Wasserkraft, so dass keine Energie von außen benötigt wird.

Der Online-Artikel [Grundlagen der Windfahnensteuerung auf Yachten](#)¹⁹ mit erklärenden Abbildungen sowie das Buch „Seemannschaft – Handbuch für den Yachtsport“²⁰ geben z. B. weiterführende Erklärungen.

¹⁸ Quelle: SÖNKE ROEVER auf BLAUWASSER.DE. <https://www.blauwasser.de/autopilot> (10.07.2023).

¹⁹ zuletzt aufgerufen am 29.08.2023.

²⁰ DEUTSCHER HOCHSEESPORTVERBAND »HANSA« E. V.: *Seemannschaft – Handbuch für den Yachtsport*. 32. Aufl. Bielefeld: Delius Klasing Verlag, 2022. – ISBN 978-3-667-11658-1.

2.2.6.2 Sensoren

Elektronische Autopiloten verwenden je nach Ausführung unterschiedliche Kursmessanlagen und ggf. weitere Sensoren:

1) Magnetkompass

Die Kompassnadel eines „Magnetkompasses“ stellt sich an einem eisenfreien Kompassort und ohne andere magnetische Störfelder in die Richtung der Horizontalkomponente des magnetischen Erdfeldes ein.²¹ Da das Magnetfeld der Erde nicht homogen ist und der magnetische und geografische Nordpol nicht in einem Punkt liegen, zeigt ein Magnetkompass nicht die rechtweisende Nordrichtung. Es kommt zu einer Missweisung (Mw).

Größere Eisenmassen (z. B. Schiffskörper) und andere Magnetfelder (z. B. durch stromführende Leitungen), Kurs, Position und Zeit beeinflussen Magnetkompass. Diese Ablenkung (Abl) muss in Teilen regelmäßig kompensiert werden.²²

2) Kreiselkompass

Kreiselkompass sind nord-/meridiansuchende, sog. „gefesselte“ Kreisel „mit zwei Freiheitsgraden und einem beschränkten Freiheitsgrad (Horizontfesselung)“²³. Man unterscheidet schwere Kreisel, Kreisel mit Quecksilbergefäßen und elektronische Kreisel. Die Funktionsweise des Kreiselkompasses basiert nicht auf dem Magnetfeld der Erde, sondern der Schwerkraft und Erdrotation. Mit zunehmender Annäherung an die Pole verliert ein Kreiselkompass seine Funktionsfähigkeit, da die Rotationsachse der Erde fast senkrecht aus ihrer Oberfläche hinaus zeigt und das auf die Horizontalebene projizierte Drehmoment sehr klein wird.

Kreiselkompass unterliegen einem konstanten Kreiselfehler (KrA) sowie einem Fahrtfehler (Ff) und Beschleunigungsfehler (Bf), die durch die eigene Fahrt und den Kurs des Schiffes auf der gekrümmten Erdoberfläche hervorgerufen werden.²⁴ Durch einen verhältnismäßig hohen Stromverbrauch, die benötigte, mehrstündige Einschwingzeit und Störanfälligkeit durch Schiffsbewegungen kommen Kreiselkompass für kleine Yachten i. d. R. nicht in Frage.²⁵

²¹ BERKING; HUTH: *Handbuch Nautik – Navigatorische Schiffsführung*. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2010. – ISBN 978-3-87743-821-3. S. 126.

²² ebenda. S. 126f.

²³ ebenda. S. 123 ff.

²⁴ ebenda. S. 119.

²⁵ DEUTSCHER HOCHSEESPORTVERBAND »HANSA« E. V.: *Seemannschaft – Handbuch für den Yachtsport*. 28./32. Aufl. Bielefeld: Delius Klasing Verlag, 2008/2022. – ISBN 978-3-7688-0523-0/978-3-667-11658-1. S. 457/452.

3) Kurskreisel

Ein Kurskreisel ist ein kräftefreier, symmetrischer Kreisel in kardanischer Aufhängung (drei Freiheitsgrade), der seine einmal eingestellte Lage/Richtung im Raum (bezüglich des Fixsternhimmels) aufgrund der Drehimpulserhaltung unverändert beibehält. „Der kräftefreie Kreisel ist deshalb nur als richtungshaltender, nicht als nordsuchender Kreisel für eine Kursmessung geeignet. Er muss durch technische Zusatzeinrichtungen gezwungen werden, seine Richtung im Koordinatensystem der Erde beizubehalten.“²⁶ Anders als ein Kreiselkompass ist der Kurskreisel ein sog. „freier Kreisel“.

4) Faseroptischer Kreisel

In einem faseroptischen Kreisel beruht die Messung auf der Interferenz der Wellenzüge eines kohärenten (einfarbigen) Lichtstrahls. Die Wellenzüge werden aufgeteilt und gegenläufig in einen geschlossenen kreisförmigen Lichtwellenleiter (Glasfaser) eingespeist. Eine Kursänderung dreht den an Bord feststehenden Faserkreisel, wodurch eine Phasendifferenz beider Wellenzüge entsteht, die durch einen Photodetektor ausgewertet wird und ein proportionales Maß für die Drehgeschwindigkeit der Anlage und somit des Schiffes ist. Als rein elektronische Kursmessanlage ist ein Faserkreisel einerseits auf eine permanente Stromversorgung angewiesen. Andererseits ist er nahezu verschleiß- und wartungsfrei.²⁷

5) Fluxgate-Kompass

Ein Fluxgate-Kompass enthält zwei kreuzförmig angeordnete, schiffsfeste, mit magnetisch gesättigtem, ferromagnetischem Material gefüllte Spulensonden, „die die Horizontalkomponente des Erdmagnetfelds abtasten“²⁸ und arbeitet elektronisch. Die Spulen messen die Feldlinien des Erdmagnetfelds und detektieren Kursänderungen, die die Ausgangssignale beider Spulen beeinflussen.

Fluxgate-Kompassse müssen wie herkömmliche Magnetkompassse regelmäßig kompensiert werden. Sie sind intern kardanisch gelagert, um auch bei Krängung richtige Werte auszugeben. Je nach Ausführung ist die Funktionstüchtigkeit jedoch durch einen maximal ausgleichbaren Krängungswinkel beschränkt.²⁹

²⁶ BERKING; HUTH: *Handbuch Nautik – Navigatorische Schiffsführung*. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2010. – ISBN 978-3-87743-821-3. S. 119.

²⁷ ebenda. S. 129.

²⁸ ebenda. S. 127.

²⁹ DEUTSCHER HOCHSEESPORTVERBAND »HANSA« E. V.: *Seemannschaft – Handbuch für den Yachtsport*. 32. Aufl. Bielefeld: Delius Klasing Verlag, 2022. – ISBN 978-3-667-11658-1. S. 451.

6) GNSS³⁰(-Kompass) & Trackpilot

Ein GNSS-Kompass arbeitet entweder mit zwei GNSS-Empfängern, die durch ihre Lage zueinander einen Kompasskurs errechnen können, oder mit einer Kombination aus einem GNSS-Empfänger und weiteren integrierten Sensoren, wie Kreisel- und Neigungssensoren. Einfache GNSS-Empfänger mit nur einer Antenne können den anliegenden Kompasskurs nur aus der in der Vergangenheit liegenden Bewegung der Yacht errechnen und zeigen bei Stillstand der Yacht keinen (verlässlichen) Kurs an.

Einige Autopiloten haben einen eigenen GNSS-Sensor oder können über eine NMEA³¹-Schnittstelle mit einem GNSS-gestützten Navigationsgerät gekoppelt werden. Dies ermöglicht die Wegpunkt-Steuerung (vgl. 2.2.6.3).

7) Kombination aus mehreren Sensoren, Attitude Heading Reference System

Zwei oder mehrere Kursmessenanlagen bzw. Sensoren mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien und Fehlereinflüssen können zu einem Mehr-Kompasssystem kombiniert werden. So werden Redundanz und Zuverlässigkeit erhöht und neben dem Kurs ggf. auch eine Messung von Drehgeschwindigkeit, Krängungs-, Schlinger- und Stampfbewegungen ermöglicht.

Bei einem sog. Attitude Heading Reference System (AHRS) werden für drei Achsen jeweils Drehung, Beschleunigung und Lage erfasst, wofür mindestens neun Einzelsensoren (3 Gyroskope, 3 Beschleunigungssensoren, 3 Magnetometer) nötig sind.³²

8) Windsensor

Die Verknüpfung des Autopiloten mit einem Windsensor (Anemometer) oder eine entsprechende Integration ermöglicht die Windgeber-Steuerung (vgl. 2.2.6.3).

9) Sonstige

Für die Kalibrierung und sonstige systemspezifische Berechnungen durch den Autopiloten können weitere Sensoren angeschlossen werden, z. B. für die Schiffsgeschwindigkeit (durch das Wasser / über Grund).

³⁰ **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystems, globales Navigationssatellitensystem.

³¹ Standard der **N**ational **M**arine **E**lectronics **A**ssociation (US-amerikanische Handelsorganisation für Schiffselektronik) für die Kommunikation zwischen Navigationsgeräten auf Schiffen.

³² VECTORNAV: *Educational Material – 1.6 Attitude & Heading Reference System (AHRS)*. <https://www.vectornav.com/resources/inertial-navigation-primer/theory-of-operation/theory-ahrs> (10.07.2023).

2.2.6.3 Bedienung

Die Bedienung eines Autopiloten kann je nach Typ über verschiedene Bedienelemente erfolgen, wie z. B. ein Multifunktionsdisplay des Navigationssystems, eine festinstallierte Bedieneinheit nur für den Autopiloten, bei Cockpitpiloten unmittelbar am Gerät oder dem „Steuerarm“ oder mit einer zusätzlichen handlichen Fernbedienung.

Nach einer eventuell notwendigen Kalibrierung, können Autopiloten je nach Hersteller und Art der angeschlossenen Sensoren in verschiedenen Modi verwendet werden:

- 1) Kompass-Steuerung: Ein eingegebener Kompasskurs wird gehalten. Drift durch Wind und Strom wird nicht kompensiert;
- 2) Wegpunkt-Steuerung: Steuerung zu einem Wegpunkt als Ziel und/oder Abfahren einer zuvor geplanten Route aus mehreren Wegpunkten. Drift wird kompensiert;
- 3) Windgeber-Steuerung: Steuerung in einem eingestellten Winkel zum Wind auf variablen Kursen. Die Segelstellung muss nicht verändert werden;
- 4) Muster-Steuerung: Abfahren eines ausgewählten Musters (Pattern), z. B. zur Suche einer über Bord gegangenen Person.

Auch das Steuerverhalten des Autopiloten kann je nach Produktausführung individuellen Bedürfnissen angepasst werden. So kann die Anlage den Kurs bspw. sehr präzise halten (ständige kleine Kurskorrekturen) oder nur grob (seltener Ansteuerung des Ruders bei noch akzeptablen Kursabweichungen).

2.2.7 Besonderheit Nord-Ostsee-Kanal

Gemäß § 42 Absatz 4 in Verbindung mit § 60 Absatz 1 Seeschiffsstraßen-Ordnung (SeeSchStrO)³³ dürfen Selbststeueranlagen auf dem NOK nur unter den in der Bekanntmachung der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt Außenstelle Nord³⁴ unter 24.1 und 24.2 veröffentlichten Voraussetzungen verwendet werden:

- das Fahrzeug gehört zu den Verkehrsgruppen 1 und 2³⁵ und ist kein Schub- oder Schleppverband;
- die Selbststeueranlage entspricht den IMO-Leistungsnormen;

³³ Seeschiffsstraßen-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 1998 (BGBl. I S. 3209; 1999 I S. 193), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 127) geändert worden ist.

³⁴ vom 28.01.2014 (BAz AT 31.01.2014 B7) zuletzt geändert durch die Zehnte Bekanntmachung zur Änderung der Bekanntmachung der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt Außenstelle Nord zur Seeschiffsstraßen-Ordnung vom 16. Mai 2023 (BAz AT 24.05.2023 B6). Die Bekanntmachung ist über die vom Elektronischen Wasserstraßen-Informationsservice (ELWIS) veröffentlichte Fassung der SeeSchStrO einsehbar:
https://www.elwis.de/DE/Schifffahrtsrecht/Verzeichnis-Rechtsverordnungen-Gesetze-Richtlinien/SeeSchStrO.pdf?_blob=publicationFile&v=11.de (24.08.2023).

³⁵ Länge: 45 - 85 m, Breite 8,5 m - 13 m, Tiefgang 3,1 m - 3,7 m; siehe: https://www.wsa-nord-ostsee-kanal.wsv.de/Webs/WSA/WSA-Nord-Ostsee-Kanal/DE/2_Schifffahrt/b_Verkehrsmanagement/2_Verkehrsgruppen/Verkehrsgruppen_node.html (11.07.2023).

- die Selbststeueranlage arbeitet mit einem Kreiselkompass;
- das Fahrzeug verfügt über einen Einmannfahrstand und die Selbststeueranlage ist mit einem Override-Tiller oder -Handrad ausgestattet;
- die Selbststeueranlage ist derart ausgestattet, dass sie beim Umschalten von Handbetrieb auf Automatik stets den zur Zeit anliegenden Kurs übernimmt;
- die Einstellung der Anlage erfolgt nach den Erfordernissen des Reviers;
- eine Mindestgeschwindigkeit von 8 km/h (4,3 kn) wird eingehalten;
- eine Sichtweite von 2 Seemeilen wird nicht unterschritten und
- es wird rechtzeitig vor einem Begegnungs- oder Überholvorgang auf Handbetrieb umgeschaltet.

Weiter wird darauf hingewiesen, dass die Benutzung der Selbststeueranlage unter den oben genannten Voraussetzungen den Schiffsführer nicht von anderen bestehenden Vorschriften befreit.

Diese Regeln hat die Verwaltung zur Vermeidung von Seeunfällen, unter Berücksichtigung des technischen Stands von Selbststeueranlagen, erlassen. Diese Regeln sind auch für Sportfahrzeuge verbindlich und bedeuten durch die o. g. Voraussetzungen faktisch ein Nutzungsverbot.

Damit Sportboote im engen Kontakt mit der Berufsschifffahrt den NOK möglichst problemlos und sicher befahren, hat die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) ein „Merkblatt für Sportbootfahrer – Nord-Ostsee-Kanal“ erstellt. In dem Merkblatt mit Stand vom Juni 2022 waren keine Informationen zu Selbststeueranlagen enthalten. Aus Sicht der BSU fehlte ein geeigneter Hinweis hinsichtlich des Verbots der Verwendung von Selbststeueranlagen auf Sportbooten.

3 BEREITS DURCHGEFÜHRTE MAßNAHMEN

3.1 Eigner SANTA CECILIA

Der Eigner der SANTA CECILIA informierte die BSU, dass direkt am Steuerpult ein Notausschalter für den Autopiloten installiert worden sei. So soll sichergestellt werden, dass der Autopilot jederzeit, auch bei einer Fehlfunktion der Fernbedienung oder des Systems im Allgemeinen, ausgeschaltet und manuell die Kontrolle übernommen werden kann.

3.2 Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nord-Ostsee-Kanal (WSA NOK)

Der Flyer „Merkblatt für Sportbootfahrer – Nord-Ostsee-Kanal“, herausgegeben vom WSA NOK, wurde überarbeitet und enthält nun auch Informationen zur Nutzung des Autopiloten auf dem NOK. Die Publikation ist unter dem neuen Titel „[Merkblatt für Sportbootfahrende – Nord-Ostsee-Kanal](#)“ zu finden.

4 FAZIT

4.1 Unfallursachen und begünstigende Faktoren, alternative Handlungen im Rückblick

4.1.1 SANTA CECILIA (Az. 284/21)

Ursache für die Anfahrung des Athabaskakais durch die Motoryacht SANTA CECILIA war in erster Linie ein technischer Defekt des Autopiloten. Die Auswirschwere des Unfalls wurde begünstigt durch das Einschalten des Autopiloten in einem vielbefahrenen Revier in geringem Abstand zu den Kaianlagen sowie eine relativ hohe Geschwindigkeit bei der Anfahrung. Begünstigend für den Unfall war außerdem, dass ein loser Gegenstand (Mobiltelefon) im Bereich des Steuerpults nicht gegen das Verrutschen / Herunterfallen seefest gesichert war.

Ein frühzeitigeres und entschlosseneres Reduzieren der Geschwindigkeit, nachdem die Kontrolle über die Steuerung verloren wurde, hätte die Unfallfolgen reduziert oder diese ggf. sogar vermieden. Der Unfall hätte wahrscheinlich ebenfalls vermieden werden können, wenn der Bootsführer das heruntergefallene Mobiltelefon ohne das Einschalten des Autopiloten selbst zügig aufgehoben oder eine andere Person darum gebeten hätte.

4.1.2 WILDLIFE – PLANET (Az. 329/21)

Ursächlich für die Kollision zwischen der Segelyacht WILDLIFE und dem Forschungs- und Vermessungsschiff PLANET war mutmaßlich das Verlassen des Cockpits durch den Bootsführer der WILDLIFE. Hierdurch waren ein gehöriger Ausguck und die kontinuierliche Verifizierung der Schiffsposition nicht mehr gegeben. Begünstigt wurde die Kollision durch die geringen Passierabstände von Fahrzeugen auf dem NOK, die beim Erreichen einer Kurve eine kurze Reaktionszeit für notwendige Kursänderungen erfordern. Die Möglichkeit, die Steuerung der Yacht für einen Gang unter Deck während der langen NOK-Passage an ein weiteres Besatzungsmitglied zu übergeben, hätte den Unfall ggf. vermeiden können. Durch die Besetzung der Yacht mit nur einer Person war dies jedoch nicht möglich.

4.1.3 FRÄULEIN VOM RHIN – CASTOR (Az. 330/21)

Die Segelyacht FRÄULEIN VOM RHIN kollidierte mit dem festliegenden Binnenschiff CASTOR, da der Bootsführer die mögliche Ablenkung der Sensorik seines Pinnenpiloten durch äußere Einflüsse nicht berücksichtigte, nicht rechtzeitig in die Steuerung eingreifen konnte und das Binnenschiff in einem relativ geringen Abstand passierte. Begünstigt wurde das Ereignis durch das Versagen der Bootshakenbefestigung sowie eine unzutreffende Einschätzung des Risikopotentials der Nutzung des Autopiloten und eine fehlende Delegation von Aufgaben an die Mitseglerin durch den Bootsführer. Der Unfall hätte vermieden werden können, wenn die anfallenden Aufgaben (Steuern/Bootshaken befestigen) auf die vorhandenen Crewmitglieder aufgeteilt worden wären.

4.1.4 LIESEL (Az. 398/21)

Die Anfahrung eines Dalbens durch die Segelyacht LIESEL begründet sich nach Ansicht des Untersuchungsteams ebenfalls in der Ablenkung der Sensorik des Autopiloten durch externe Einflüsse, dadurch begünstigt, dass der Bootsführer das Cockpit verließ und dadurch nicht rechtzeitig in die Steuerung eingreifen konnte. Ein dichter Passierabstand zu den Dalben und eine fehlende Delegation von Aufgaben (Ruder gehen bzw. Leinen befestigen) an den Mitsegler durch den Bootsführer begünstigten die Anfahrung. Wäre das Steuer während der Klarierung der Leinen durchgehend besetzt geblieben und der Autopilot nicht verwendet worden, hätte der Unfall vermieden werden können.

4.1.5 SINFONIE SYLT (Az. 166/05)

Ursache für den tödlichen Personenunfall an Bord der Segelyacht SINFONIE SYLT war das Passieren des Gefahrenbereichs der Großschot während des Abfallens der Yacht bei achterlichem Wind durch den Steuermann. Begünstigend für den Unfall waren u. a. eine fehlende Delegation von Aufgaben (Ruder gehen bzw. Cockpitscheibe reinigen) an die Mitseglerin durch den Steuermann sowie der Nicht-Einsatz eines sog. Bullenstanders³⁶. Der genaue Auslöser für die Patenthalse³⁷ konnte nicht ermittelt werden. Denkbare begünstigende Faktoren für das Abfallen der Yacht können laut Untersuchungsbericht 166/05 eine unsachgemäße Bedienung des Autopiloten (nicht erfolgreich eingeschaltet bzw. Einstellungsphase nicht abgewartet) oder auch eine plötzliche Winddrehung gewesen sein. Wäre das Steuer während der geplanten Reinigung der Cockpitscheibe durchgehend besetzt geblieben und der Gefahrenbereich der Großschot gemieden worden, wäre der Unfall wahrscheinlich nicht eingetreten.

4.2 Nutzung von Autopiloten auf Sportbooten

Gemäß § 3 Absatz 1 SeeSchStrO hat sich jeder Verkehrsteilnehmer so zu verhalten, „dass die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs gewährleistet und dass kein Anderer geschädigt, gefährdet oder mehr, als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird. Er hat insbesondere die Vorsichtsmaßregeln zu beachten, die Seemannsbrauch oder besondere Umstände des Falles erfordern.“³⁸ Nach Regel 5 (Ausguck) der Kollisionsverhütungsregeln (KVR)³⁹ muss jedes Fahrzeug „jederzeit durch Sehen und Hören sowie durch jedes andere verfügbare Mittel, das den gegebenen Umständen und Bedingungen entspricht, gehörigen Ausguck halten, der einen vollständigen Überblick über die Lage und die Möglichkeit der Gefahr eines

³⁶ Sicherungsleine, die das unkontrollierte Überschlagen des Baums und der Großschot auf die andere Schiffsseite verhindern soll.

³⁷ Ungewollte, unkontrollierte und plötzliche Halse (Manöver beim Segeln, bei dem die Yacht mit dem Heck durch den Wind geht und die Segel anschließend auf der anderen Schiffsseite geführt werden), bei der der Großbaum mit hoher Geschwindigkeit von einer Schiffsseite auf die andere schlägt.

³⁸ Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 1998 (BGBl. I S. 3209; 1999 I S. 193), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 127) geändert worden ist.

³⁹ Kollisionsverhütungsregeln vom 13. Juni 1977 (BGBl. I S. 816), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 7. Dezember 2021 (BGBl. I S. 5188) geändert worden ist.

Zusammenstoßes gibt.⁴⁰ Diese Maßgaben gelten jederzeit auch für die Führung eines Sportbootes unter Nutzung des Autopiloten.

Der Einsatz eines Autopiloten bietet aus Sicht der BSU Vorteile (vorausgesetzt, dass das System angemessen dimensioniert, kalibriert und eingestellt sowie funktionstüchtig ist), birgt aber auch Gefahren:

Tabelle 4: Vor- und Nachteile der Nutzung eines Autopiloten

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> – Steuerleute sind weniger schnell erschöpft – gut für längere Törns mit kleiner Crew; – Präzise Einhaltung des Kurses möglich; – Fahren in verschiedenen Modi (Kurs durchs Wasser / über Grund, Wind, Track, Suchmuster, etc.) sofern Sensorik dies ermöglicht – hilfreich je nach Situation; – Reduzierter Treibstoffverbrauch – adaptive Systeme (z. B. Gierfilter) und ökonomisches Steuerverhalten ggf. einstellbar. 	<ul style="list-style-type: none"> – Unerwartete Ablenkung der Sensoren – ungewollte, teils plötzliche und heftige Kursabweichungen; – Gefahr bei Nutzung auf Raumwindkursen / bei See von achtern / Gleitfahrt – bei Segelyachten Patenthalse möglich; – Gefahr des blinden/übermäßigen Vertrauens in den Autopiloten – Nutzung der Automatik in ungeeigneten Situationen wahrscheinlicher; – Gefahr, Fahrtverlauf der Yacht weniger genau zu beobachten – Verlust des Situationsbewusstseins⁴¹ wahrscheinlicher; – Zunehmend komplexe Systeme – umfangreiche Kenntnisse, angemessene Einstellung und Kalibrierung für sicheren Betrieb zwingend notwendig.

⁴⁰ Kollisionsverhütungsregeln vom 13. Juni 1977 (BGBl. I S. 816), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 7. Dezember 2021 (BGBl. I S. 5188) geändert worden sind.

⁴¹ Bevor Entscheidungen getroffen werden können, müssen aktuelle Informationen und Daten erfasst werden. Die Bedeutung dieser Informationen muss verarbeitet, verstanden und interpretiert werden. Auf dieser Grundlage kann eine Annahme getroffen werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit etwas als nächstes passieren wird. Auf Basis dieser Annahme kann vorausschauend gehandelt werden, indem eine Entscheidung getroffen und umgesetzt wird.

Die folgenden Punkte können aus den Unfällen der SANTA CECILIA, der WILDLIFE, der FRÄULEIN VOM RHIN, der LIESEL und der SINFONIE SYLT grundsätzlich gelernt werden und sind vor/bei der Nutzung eines Autopiloten/einer Selbststeueranlage an Bord von Sportbooten stets zu beachten:

- Sportboote dürfen auf dem NOK ihren Autopiloten nicht verwenden⁴²;
- Sportboote, die den NOK besetzt mit nur einer Person passieren möchten, sollten bei der Reisevorbereitung die Möglichkeiten für kurzfristige Stopps einplanen;
- Auch bei Nutzung eines Autopiloten muss ein gehöriger Ausguck stets sichergestellt sein, um das Situationsbewusstsein aufrechtzuerhalten;
- Je begrenzter das Gewässer und je kleiner der Raum für ungewollte Kursabweichungen oder Fehler des Autopiloten, desto schneller muss jemand für die Umstellung auf Handsteuerung zur Verfügung stehen und diese übernehmen können;
- Es muss jederzeit technisch möglich sein, zügig auf Handsteuerung umzuschalten (auch im Fall eines Systemausfalls des Autopiloten) und die Prozeduren hierfür müssen Steuerleuten bekannt sein;
- Nutzer und Nutzerinnen von Autopiloten müssen die technischen Grenzen des jeweils verbauten Systems, die Eigenschaften der verbundenen/genutzten Sensoren und die Bedeutung der am Autopiloten vorgenommenen Einstellungen (Betriebsmodus, Steuerverhalten, etc.) kennen;
- Große Stahl-/Eisenmassen (andere Schiffe), stromführende Kabel (Seekabel, Überlandleitungen über Flüssen und Kanälen) und andere externe Einflüsse können Magnet- und Fluxgate-Kompassse erheblich ablenken und so i. V. m. einem Autopiloten ungewollte, heftige Kursänderungen hervorrufen;
- Das Steuerverhalten des Autopiloten muss mehrere Minuten lang überwacht werden (auch um sicherzustellen, dass das System überhaupt arbeitet), bevor in offenem Seeraum in Erwägung gezogen werden kann, das Steuer temporär zu verlassen;
- Auf Fahrzeugen unter Segeln können Autopiloten keine Gewähr dafür geben, dass ein Kursabfall o. ä. vermieden wird – auch eine Windgebersteuerung kann unter bestimmten Bedingungen, z. B. bei einer unangemessenen Segelführung, an ihre Grenzen kommen;
- Auf Segelyachten sind Autopiloten auf Raumwindkursen und/oder bei achterlicher See nur mit äußerster Vorsicht zu verwenden, idealerweise nur mit zusätzlicher Absicherung durch einen Bullenstander.

⁴² mit Ausnahme von Fahrzeugen, die die in Kapitel 2.2.7 genannten Voraussetzungen erfüllen.

Unabhängig von den hier untersuchten Unfällen, sind auch die folgenden Hinweise vor/bei der Nutzung eines Autopiloten an Bord von Sportbooten stets zu berücksichtigen:

- „Bei zu geringer Geschwindigkeit und/oder in schwerer See ist zu beachten, dass die automatische Kursregelung Prinzip bedingt möglicherweise nicht in der Lage ist, die Kurshaltung mit der erforderlichen Genauigkeit zu gewährleisten, d. h. es ist auf Handsteuerbetrieb umzuschalten“⁴³;
- Voraussetzung für zuverlässige Steuerergebnisse ist die angemessene Dimensionierung (u. a. Leistungsfähigkeit im Verhältnis zu Schiffsgröße und Ruderdruck) sowie eine erfolgreiche Kalibrierung des Autopiloten, regelmäßige Softwareupdates werden empfohlen⁴⁴;
- Beim Segeln sollte der Autopilot erst eingeschaltet werden, wenn die Segel optimal getrimmt wurden und der Ruderdruck möglichst gering ist, um einen erhöhten Energieverbrauch und eine zu langsame Reaktion auf externe Einflüsse (z. B. Windböen) zu vermeiden⁴⁵;
- Unter Verwendung der Wegpunkt-Steuerung muss bekannt sein und situationsabhängig berücksichtigt werden, ob das System beim Erreichen eines Kursänderungspunkts automatisch oder erst nach Bestätigung (Knopfdruck) die Kursänderung einleitet;
- In Situationen, die Steuerleute besonders fordern und ein schnelles, konzentriertes und professionelles Agieren verlangen, sollte die Steuerung nicht einem Autopiloten überlassen werden.

Bei den oben genannten Punkten handelt es sich um allgemeingültige Hinweise, die sich mangels konkretem Adressaten nicht für eine Sicherheitsempfehlung eignen. Die BSU wird, angelehnt an diese Untersuchung, [Lessons Learned](#) veröffentlichen.

⁴³ BERKING; HUTH: *Handbuch Nautik – Navigatorische Schiffsführung*. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2010. – ISBN 978-3-87743-821-3. S. 227.

⁴⁴ BERND GRÖNEVELD auf BLAUWASSER.DE: *Elektrischer Autopilot: Dimensionierung, Kalibrierung, Steuerverhalten, Wartung und Service*. <https://www.blauwasser.de/autopilot> (17.08.2023).

⁴⁵ ebenda.

5 QUELLENANGABEN

- Ermittlungen der Wasserschutzpolizei (WSP)
- Zeugenaussagen
- Seekarten Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Schiffs- und Bewegungsdaten (MarineTraffic.com)
- Radar- und Funkaufzeichnungen der Nautischen Zentrale
- in Fußnoten ausgewiesene Internet- und Literaturquellen