



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht

der Schweizerischen

Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über die Kollision des Motorschiffs
MS Albis mit dem Anlegesteg

vom 20. April 2016

in Küsnacht (ZH)

Reg.-Nr. 2016042003

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Gemäss Artikel 15 des Eisenbahngesetzes vom 20. Dezember 1957 (EBG), Stand am 1. Januar 2021 (SR 742.101), sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, Schuld- und Haftungsfragen zu klären.

Alle Personenbezeichnungen in diesem Bericht sind in der männlichen Form gehalten und gelten für die die Funktion ausübende Person, ungeachtet ihres Geschlechts.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
Überblick	6
Untersuchung	6
Kurzdarstellung	6
Ursache	7
Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise	7
Glossar	8
1 Sachverhalt	9
1.1 Ort des Ereignisses	9
1.2 Vorgeschichte des Motorschiffs (MS) Albis	10
1.2.1 Inbetriebnahme	10
1.2.2 Instandhaltungsmassnahmen vor dem Ereignis	10
1.2.3 Letzte Wartungen und Inspektionen vor dem Ereignis	10
1.2.4 Vorfälle auf dem MS Albis vor dem Ereignis	10
1.3 Ablauf des Ereignisses	11
1.4 Schäden	13
1.4.1 Personen	13
1.4.2 Anlegestelle	13
1.4.3 Schiff	13
1.4.4 Umwelt	14
1.5 Beteiligte und betroffene Personen	14
1.5.1 Schiffscrew	14
1.5.2 Passagiere	16
1.6 Beteiligte und betroffene Körperschaften und Unternehmen	16
1.6.1 Besitzerin Landungsanlage	16
1.6.2 Schifffahrtsunternehmen	16
1.6.3 Schiffshalter	16
1.6.4 Lieferant Motorensteuerung	16
1.7 Landungsanlage – Schiffsanlegestelle	16
1.7.1 Beschreibung	16
1.7.2 Fahrplan	17
1.7.3 Feststellung	18
1.8 Schiff	19
1.8.1 Übersicht	19
1.8.2 Motorschiff MS Albis	19
1.9 Kommunikation	28
1.10 Auswertung der Datenaufzeichnung	28

1.10.1	GPS-Aufzeichnung	28
1.10.2	Wetteraufzeichnungen, Sichtverhältnisse	32
1.11	Besondere Untersuchungen	33
1.11.1	Einsatz der Marex Antriebssteuerung in der Schweizer Binnenschifffahrt	33
1.11.2	Ähnliche Vorfälle vor dem Ereignistag	33
1.11.3	Ähnliche Vorfälle nach dem Ereignistag	34
1.11.4	Nationale Ereignisdatenbank des BAV	35
1.11.5	Aus- und Weiterbildung der Schiffsführer bei der ZSG	35
1.11.6	Periodische Prüfung des Schiffsführers	37
1.11.7	Qualifikationen des Schiffsführers	37
1.11.8	Nachweisdokumente	37
2	Analyse	38
2.1	Technische Aspekte	38
2.1.1	Einleitung	38
2.1.2	Fehleraufzeichnung und Position der Fahrhebel	38
2.1.3	Ähnliche Vorfälle	39
2.2	Organisatorische Aspekte	39
2.2.1	Aus- und Weiterbildung der Schiffsführer	39
2.2.2	Technische Mitteilungen	40
2.2.3	Periodische Prüfung des Schiffsführers	40
2.3	Betriebliche oder prozessuale Aspekte	40
2.3.1	Anlegestelle	40
2.3.2	Anfahrt an den Anlegesteg	41
2.3.3	Kommandoübernahme	42
2.3.4	Ereignismeldungen	43
2.4	Menschliche Aspekte	43
2.4.1	Qualifikation des Schiffsführers	43
2.4.2	Empfinden in Stresssituationen	43
2.4.3	Fahrstandswechsel – Kommandoübernahme	43
2.4.4	Vertrauen in die Technik	44
2.5	Unfallhergang	44
3	Schlussfolgerungen	45
3.1	Befunde	45
3.1.1	Technische Aspekte	45
3.1.2	Organisatorische Aspekte	45
3.1.3	Betriebliche oder prozessuale Aspekte	46
3.1.4	Menschliche Aspekte	46
3.2	Ursachen	46

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen	48
4.1 Sicherheitsempfehlungen	48
4.1.1 Datenaufzeichnung.....	48
4.1.2 Konzept zur Entwicklung eines Sicherheitsmanagementsystems.....	49
4.1.3 Ausbildung und periodische Überprüfung von Notfallprozeduren	49
4.2 Sicherheitshinweise	50
4.2.1 Gewichtung von Sicherheit vor Fahrplan.....	50
4.3 Seit der Kollision getroffene Massnahmen	51

Zusammenfassung

Überblick

Verkehrsmittel Binnenschifffahrt

Beteiligte Körperschaften

Schiffahrtsunternehmen Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft AG (ZSG), Zürich
Besitzerin Landungsanlage Gemeinde Küsnacht (ZH)
Lieferant Motorensteuerung Aventics GmbH, Laatzen (DE)

Beteiligtes Schiff Motorschiff Albis (MS Albis) Halter ZSG

Ort Küsnacht (ZH)

Datum und Zeit 20. April 2016, 13:09 Uhr

Untersuchung

Am 20. April 2016 um 13:45 Uhr traf die Meldung über die Kollision des MS Albis mit dem Anlegesteg in Küsnacht beim Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ein. Es wurde eine Untersuchung eröffnet.

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- Bestandsaufnahme auf der Unfallstelle;
- Fotos;
- Meteorologische Daten;
- Fahrdaten (GPS) des Schiffes;
- Kartenmaterial;
- Vorgabe- und Nachweisdokumente;
- Befragungen der Beteiligten und Betroffenen.

Kurzdarstellung

Am 20. April 2016 um ca. 13:09 Uhr kollidierte das Motorschiff Albis (MS Albis) der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft (ZSG) beim Anlegemanöver in Küsnacht (ZH) mit dem Anlegesteg. Als Folge des Aufpralls wurden mehrere Personen verletzt. Am Schiff und am Anlegesteg entstand grosser Sachschaden.

Ursache

Die Kollision des MS Albis mit dem Anlegesteg in Küsnacht vom 20. April 2016 ist darauf zurück zu führen, dass die Übernahme des Fahrkommandos auf den backbordseitigen Nockfahrstand nicht gelang.

Aufgrund der für die Unfallabklärung fehlenden Aufzeichnungen wichtiger Parameter konnte nicht abschliessend geklärt werden, ob rein technische oder rein menschliche Faktoren ursächlich waren.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Ungünstige Entscheidungen und Priorisierungen hinsichtlich
 - des Zeitpunktes für den Wechsel vom Haupt- auf den Nockfahrstand für die Kommandoübernahme, was wenig Reserve für Unvorhergesehenes zur Folge hatte;
 - des starken Beschleunigens kurz vor dem Anlegemanöver vom Hauptfahrstand aus in Anbetracht der Distanz und des Anfahrswinkels zum Anlegesteg sowie der gegebenen Topologie.
- Ein mangelndes Training bezüglich möglicher Systemausfälle.
- Ungünstige bzw. fehlende Vorgaben und Kontrollen, resp. Monitoring im Unternehmen hinsichtlich
 - Verfahren, Konzepte und Schulungen, die die Sensibilisierung auf Systemausfälle und einzuleitende Notfallprozeduren beinhalten und den Schiffsführern Gelegenheit bieten, sich mit diesen für das sichere Führen von Fahrgastschiffen wichtigen Themen wiederholt auseinanderzusetzen;
 - Umsetzung von Erkenntnissen aus sicherheitsrelevanten Meldungen.

Damit verbunden wurden folgende Risiken identifiziert:

- Die Grenzen der technischen Verfügbarkeit der Steuerung werden in den vorhandenen Betriebsprozessen nur ungenügend berücksichtigt.
- Es besteht kein Szenario «Störung / Ausfall der Motorensteuerung».
- Daten, die für die Analyse von Ursachen und eine nachhaltige Verbesserung des Systems notwendig sind, werden nicht erhoben.
- Die ZSG verfügt über kein Konzept zur Entwicklung und zum Monitoring eines Sicherheitsmanagementsystems. Das Unternehmen stellt insbesondere nicht sicher, dass alle zur sicheren Führung der Schiffe gewonnenen Erkenntnisse von den Schiffsführern gelesen, verstanden und entsprechende Handlungsanweisungen angewendet werden.
- Sicherheitsrelevante und meldepflichtige Vorkommnisse werden aufgrund nicht aktualisierter Anweisungen der ZSG nicht an das BAV gemeldet. Dieses kann somit die für die Sicherheit im System wichtige Aufsichtsfunktion nicht vollumfänglich wahrnehmen.

Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Mit diesem Bericht werden drei Sicherheitsempfehlungen und ein Sicherheitshinweis ausgesprochen.

Glossar

Vorgaben

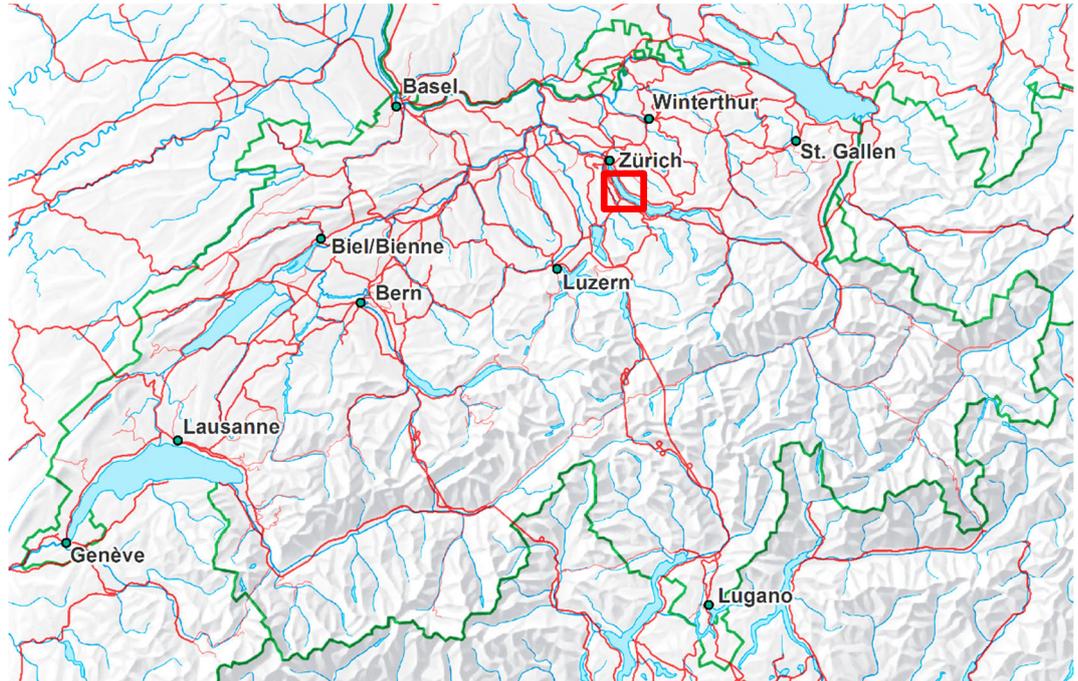
AB-SBV	Ausführungsbestimmungen des UVEK zur Schiffbauverordnung vom 11. Dezember 2015, Stand vom 1. Februar 2016 (SR 747.201.71)
BSV	Verordnung über die Schifffahrt auf Schweizer Gewässern (Binnenschiff-fahrtsverordnung) vom 8. November 1978, Stand vom 15. März 2016 (SR 747.201.1)
SBV	Verordnung über Bau und Betrieb von Schiffen und Anlagen öffentlicher Schifffahrtsunternehmen (Schiffbauverordnung) vom 14. März 1994, Stand vom 1. Februar 2016 (SR 747.201.7)
VSZV	Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Ver-kehrswesen vom 17. Dezember 2014, Stand vom 1. Februar 2015 (SR 742.161)

Begriffe

Backbord (BB)	Die linke Seite des Schiffes, vom Heck zum Bug gesehen.
BAV	Bundesamt für Verkehr
Bug	Der vordere Teil des Schiffes.
Bugwulst	Die Bugwulst befindet sich unterhalb der Wasserlinie und ist eine knollen-artige Verdickung am Bug des Schiffes. Sie verringert den Schiffswider-stand und verbessert die Seegängigkeit.
CAN-Bus	C ontroller A rea N etwork; ein serielles Bussystem.
DNV-GL	Klassifikationsgesellschaft (Det Norske Veritas – Germanischer Lloyd)
GPS	G lobal P ositioning S ystem (Satellitenavigationssystem)
Heck	Der hintere Teil des Schiffes.
I ² C-Bus	I nter- I ntegrated C ircuit; serieller Datenbus.
Marex OS II VP	Produktenamen der Schiffsfernsteuerung für Verstellpropeller des Herstel-lers Rexroth Pneumatics GmbH. Im Bericht werden die Bezeichnungen Marex oder Marex Antriebssteue-rung verwendet.
MPC	M arine P ropulsion C ontroller. Steuereinheit und Komponente der Marex Schiffsfernsteuerung.
NEDB	Nationale Ereignisdatenbank des BAV
Nockfahrstand	Der Aussenfahrstand, auf der Backbord- und Steuerbordseite.
Prellpfahl	Holzpfahl, der vor dem Anlegesteg als Anlegehilfe im Wasser verankert ist.
Rexroth	Hersteller der Marex Schiffsfernsteuerung. In diesem Bericht werden in referenzierten Dokumenten auch die Bezeich-nungen «REXROTH», «Rexrothsteuerung» oder «Rexroth Fahrhebel» ver-wendet.
Ruder	Die Einrichtung am Heck für die Beeinflussung des Fahrwinkels.
Schutzpfahl	Holzpfahl, der ein allfälliges Abdriften von Schiffen an die Uferböschung verhindert.
UKW-Kanal 16	Sprechfunkkanal für den Seerettungsdienst und die Sicherheit der Schiff-fahrt.
Steuerbord (SB)	Die rechte Seite eines Schiffes, vom Heck zum Bug gesehen.
Streichleiste	Auch Scheuerleiste. Profil an der Schiffschale, die diese vor Beschädigun-gen schützt.

1 Sachverhalt

1.1 Ort des Ereignisses



Abbildungen 1 und 2: Übersichtskarte zum Ort des Unfalls und Übersicht über die Anlegestelle Küsnacht. (Quelle der Basiskarten: Bundesamt für Landestopografie.)

1.2 Vorgeschichte des Motorschiffs (MS) Albis

1.2.1 Inbetriebnahme

Das Motorschiff Albis (MS Albis) wurde 1997 in Betrieb genommen und wird seither von der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft AG (ZSG) auf dem Zürichsee eingesetzt.

1.2.2 Instandhaltungsmassnahmen vor dem Ereignis

2014 wurde die Rudersteuerung (Van der Velden) erneuert.

2015 wurden die beiden ursprünglich eingebauten Antriebsmotoren durch MAN-Dieselaggregate des Typs D 2866 LXE 43 ersetzt.

Ebenfalls 2015 wurde die bestehende Schiffsfernsteuerung zur Steuerung der Antriebsmotoren durch ein neues Produkt «Marex OS II VP» ersetzt. Zudem wurden 2015 die Schottel-Verstellpropeller (inkl. Getriebe) einer Revision unterzogen.

1.2.3 Letzte Wartungen und Inspektionen vor dem Ereignis

Im Winter 2014/2015 wurde das MS Albis einer Zustands- und Funktionskontrolle unterzogen. Im Elektro-Wartungsprotokoll Nr. 272 vom März 2015 und im Mechanik-Wartungsprotokoll Nr. 289 vom Februar 2015 finden sich keine Auffälligkeiten. Der abschliessende Prüfbericht vom 27. April 2015 über die periodische Prüfung bestätigt die volle Funktionsfähigkeit des MS Albis.

Im Winter 2015/2016 wurde das MS Albis einer weiteren Inspektion unterzogen. Im Elektro-Wartungsprotokoll Nr. 320 vom Februar 2016 und im Mechanik-Wartungsprotokoll Nr. 325 vom Februar 2016 sind keine Unregelmässigkeiten zu finden. Am 14. März 2016 wurde die Brandmeldeanlage des MS Albis überprüft und die volle Funktionstüchtigkeit mit Protokoll bestätigt. Der abschliessende Prüfbericht vom 22. März 2016 über die periodische Prüfung bestätigt die volle Funktionsfähigkeit des MS Albis.

Am 26. März 2016 stellte die akkreditierte Inspektionsstelle Electrosuisse dem MS Albis den Sicherheitsnachweis (SiNa) für Schiffe anlässlich der zehnjährigen Kontrollperiode für die Installationen 230/400 V aus. Im Protokoll sind keine Beanstandungen zu finden.

1.2.4 Vorfälle auf dem MS Albis vor dem Ereignis

Am 24. April 2015 klemmte der Fahrhebel auf dem steuerbordseitigen Nockfahrstand und liess sich erst nach zwei- bis dreimaligem Versuch lösen und bewegen. Zudem löste die Marex Antriebssteuerung einen optischen und akustischen Alarm aus, obwohl gemäss Rapportmeldung keine Fahrhebel bewegt wurden. Der Fehler konnte nicht reproduziert werden und im Fehlerspeicher der Steuereinheit wurde kein Hinweis auf eine Störung gefunden. Eine weitergehende Untersuchung des Vorfalles fand gemäss den Unterlagen der ZSG nicht statt.

Am 18. Mai 2015 klemmten die Fahrhebel im Hauptfahrstand bzw. wurden nicht eingekuppelt. Zudem wurde regelmässig ein optischer Alarm ausgelöst. Nach der Neubefestigung der Fahrhebel konnten diese wieder einwandfrei bewegt werden. Die Klärungen seitens der ZSG ergaben, dass der optische Alarm durch die Abgastemperatur ausgelöst wurde. Nach Anpassung auf die zulässigen Werte traten diese Alarme nicht mehr auf. Eine weitergehende Untersuchung betreffend das Klemmen der Fahrhebel fand gemäss den Unterlagen der ZSG nicht statt.

1.3 Ablauf des Ereignisses

Am 20. April 2016 wurde das MS Albis für fahrplanmässige Rundfahrten auf dem Zürichsee eingesetzt. Die nautische Schiffscrew, bestehend aus dem Schiffsführer und dem Matrosen, sollte fünf kleine Rundfahrten¹ ab der Anlegestelle Zürich Bürkliplatz durchführen. Die Rundfahrten wurden von zwei Restaurationsangestellten (Koch und Serviceangestellter) begleitet. Nach drei Fahrten war für die nautische Crew eine Pause eingeplant.

Nach dem Dienstantritt um 08:30 Uhr bereitete der Matrose das MS Albis am Werftsteg in Zürich Wollishofen auf den Einsatz vor. Bei der Inbetriebnahme des Schiffes stellte er keine Unregelmässigkeiten fest.

Nach dem Eintreffen des Schiffsführers auf dem MS Albis um 09:05 Uhr führte dieser eine Funktionskontrolle des Schiffes durch, die auch die Übernahme der Fahrstände beinhaltet. Auch er stellte keine Abweichungen fest.

Um 09:22 Uhr verliess das MS Albis den Werftsteg in Richtung Anlegestelle Zürich Bürkliplatz, um die fahrplanmässigen Rundfahrten aufzunehmen. Die erste Rundfahrt (Kurs 13 – Weg A) absolvierte das MS Albis mit ca. 25 Personen an Bord. Sie konnte ohne Zeitdruck durchgeführt werden. Der Schiffsführer fuhr die meisten Stationen aus dem Hauptfahrstand an. Die zweite Rundfahrt (Kurs 20 – Weg B) verlief ebenfalls ruhig und erfolgte ohne besondere Vorkommnisse. Auf der dritten Rundfahrt (Kurs 25 – Weg A) wurden deutlich mehr Personen befördert, weshalb bei den Halten jeweils mehr Zeit für den Ein- und Ausstieg beansprucht wurde. Dadurch entstand ein Zeitdruck zum Einhalten des Fahrplans, weshalb der Schiffsführer die Anlegemanöver jeweils aus den entsprechenden Nockfahrständen durchführte. Nachdem das MS Albis auf dieser dritten Rundfahrt die Anlegestelle Zollikon verlassen hatte, nahm das Schiff Kurs auf die nächste Anlegestelle Küsnacht. Der Schiffsführer steuerte das Schiff aus dem Hauptfahrstand auf dem Oberdeck. Der Matrose war auf dem Hauptdeck mit kundendienstlichen Aufgaben beschäftigt.

Ca. 600 m vor der Anlegestelle Küsnacht reduzierte der Schiffsführer die Geschwindigkeit des MS Albis, da die Anlegestelle noch vom Schiff des Gegenkurses 24 (MS Uetliberg) besetzt war. Um dem Gegenkurs das Ablegemanöver von Küsnacht zu erleichtern, fuhr der Schiffsführer des MS Albis einen südlicheren Kurs. Aufgrund der Windverhältnisse (Kapitel 1.10.2) wurde das Schiff zusätzlich weiter südlich abgetrieben. Nachdem der Anlegesteg Küsnacht frei war, erhöhte der Schiffsführer des MS Albis im Hauptfahrstand die Tourenzahl seiner beiden Hauptmaschinen auf 1400 U/min und beschleunigte das Schiff in Richtung Anlegesteg von Küsnacht. Er war der Meinung, gegenüber dem Fahrplan verspätet zu sein. Ca. 200 m vor dem Anlegesteg wechselte er in den backbordseitigen Nockfahrstand, um das Gegenschiff zu grüssen und die Steuerung der Antriebsmotoren zu übernehmen. Das MS Albis kreuzte ca. 150 m vor der Anlegestelle das MS Uetliberg. Beide Schiffsführer grüssten einander vom backbordseitigen Nockfahrstand aus.

¹ Kleine Rundfahrt:

- Weg A (im Uhrzeigersinn) Zürich Bürkliplatz-Zürichhorn Casino-Zollikon-Küsnacht-Küsnacht Heslibach-Erlenbach-Thalwil-Rüschlikon-Kilchberg Bendlikon-Zürich Wollishofen-Zürich Bürkliplatz.
- Weg B (im Gegenuhrzeigersinn) Zürich Bürkliplatz-Zürich Wollishofen-Kilchberg Bendlikon-Rüschlikon-Thalwil-Erlenbach-Küsnacht Heslibach-Küsnacht-Zollikon-Zürichhorn Casino-Zürich Bürkliplatz.

Während auf dem Nockfahrstand die Steuerung der Ruderanlage immer zur Verfügung steht, muss die Steuerung der Antriebsmotoren vom aktiven Hauptfahrstand zum Nockfahrstand übernommen werden. Dazu muss der Schiffsführer die entsprechenden Drucktasten am Nockfahrstand zweimal betätigen (Vorwahl – Quittierung). Nach der erstmaligen Betätigung (Vorwahl) der Tasten «Kommandoübernahme» (Abbildung 16) zeigt ein akustisches Signal den Beginn des Übernahmeprozesses an. Dieses Signal verstummt wieder, sobald nach der zweiten Betätigung (Quittierung) der Tasten «Kommandoübernahme» die Übernahme der Steuerung erfolgreich ist. Der Schiffsführer nahm im backbordseitigen Nockfahrstand die beiden Fahrhebel (BB/SB) ohne sie zu bewegen in die eine Hand und drückte mit der anderen Hand die Übernahmetasten. Nach dem zweiten Betätigen der Tasten verstummte jedoch das Übernahmesignal nicht, d. h. die Steuerung der Antriebsmotoren wurde nicht auf den backbordseitigen Nockfahrstand übertragen. Ein zweiter Versuch zur Übernahme der Motorensteuerung misslang ebenfalls.

Zur gleichen Zeit machte sich der Matrose beim backbordseitigen Ausstieg für das Anlanden in Küsnacht bereit. Er bemerkte dabei, dass das Schiff ungewöhnlich schnell auf den Anlegesteg zufuhr, weshalb er Sichtkontakt zum Schiffsführer auf dem Nockfahrstand suchte. Während das MS Albis noch immer mit unverminderter Geschwindigkeit auf den Anlegesteg zufuhr, hörte der Matrose laute Ausrufe vom Schiffsführer. Aufgrund dieser Ausrufe, der hohen Schiffsgeschwindigkeit und des steilen Anfahrswinkels wurde sich der Matrose der Gefährlichkeit der Situation bewusst und er eilte ins Innere des Hauptdecks, um die Passagiere über die bevorstehende Kollision des Schiffes mit dem Anlegesteg zu warnen.

Nachdem die zweite Übernahme der Motorensteuerung misslang, eilte der Schiffsführer in den Hauptfahrstand, um die Fahrhebel dort zu bedienen. Während des Weges vom backbordseitigen Nockfahrstand dorthin wurde dem Schiffsführer aber bewusst, dass die Zeit nicht mehr reichen würde, um die Fahrhebel zu erreichen, die sich steuerbordseitig von der Mittelachse des Steuerstandes befinden. Es stand ihm dazu auch noch der Stuhl im Weg. So entschied er sich, in dieser Not-situation auf den Nockfahrstand zurückzukehren und das Schiff mit Hilfe des Steuerruders direkt in den Anlegesteg zu führen, um einen unkontrollierten Zusammenstoss mit der Uferböschung durch ein hartes Wegdrehen vom Anlegesteg zu verhindern. Durch Zurufen warnte er die wartenden Personen am Anlegesteg. Kurz nach 13:09 Uhr prallte das MS Albis mit einer Geschwindigkeit von 20.7 km/h und in einem Winkel von ca. 45° in den Anlegesteg der Anlegestelle Küsnacht. Dabei touchierte das Schiff die Stationsplattform sowie den zugehörigen Prellpfahl.



Abbildung 3: Endlage des MS Albis nach der Kollision mit dem Anlegesteg in Küsnacht.

Nach dem Aufprall realisierte der Matrose, dass die Schiffsmotoren noch immer mit Schub arbeiteten. Er stieg in den Maschinenraum, übernahm mit den Dreh-schaltern an den Schalttableaus die Steuerung der Motoren und stellte diese ab. Der Schiffsführer versuchte, den Hauptfahrstand zu erreichen, um die Alarmierung auszulösen. Er wurde dort vom Matrosen später am Boden liegend mit einer Kopfverletzung und in einem verwirrten Zustand vorgefunden.

1.4 Schäden

1.4.1 Personen

Durch den Aufprall des MS Albis wurden 24 Personen verletzt, davon 22 Passagiere, der Schiffsführer und ein Besatzungsmitglied. Zwei Passagiere und ein Besatzungsmitglied (Restaurationsangestellter) wurden schwer verletzt.

Von den schwerverletzten Personen erlitten ein Passagier eine Riss-Quetschwunde am Kopf, eine Schnittwunde am Auge sowie Prellungen am Kopf, ein Passagier ein Schädel-Hirn-Trauma sowie komplexe Mittelgesichtsbrüche und der Restaurationsangestellte durch überschwappendes, heisses Frittieröl schwere Verbrennungen.

Die Verletzungsmuster der leicht verletzten Personen waren vor allem Prellungen, Risswunden, Schürfungen, Schleudertraumata und Verstauchungen.

1.4.2 Anlegestelle

Die Betonplattform des Anlegestegs und die dazugehörigen Einrichtungen wie Geländer, Glockenkandelaber und Gittertritt wurden z. T. erheblich beschädigt. Der Prellpfahl wurde durch die Kollision abgeknickt.



Abbildung 4: Schaden am Anlegesteg Küsnacht.

1.4.3 Schiff

Durch die Kollision des MS Albis mit dem Prellpfahl wurde der Bug oberhalb der Streichleiste steuerbordseitig stark eingedrückt (Abbildung 5). Die Streichleiste nahm durch die Kollision ebenfalls massiven Schaden. Durch den gleichzeitigen Anprall auf die Stationsplattform wurde zudem steuerbordseitig der Bugwulst stark

deformiert. Das Schiffsinne wurde durch lose Gegenstände beschädigt. Insbesondere die Schiffsküche wurde als Folge der Kollision stark in Mitleidenschaft gezogen (Abbildung 6). Im Hauptfahrstand lagen verschiedene Gegenstände und Dokumente am Boden, die aus dem Schrank hinter dem Fahrstand herausgefallen waren.



Abbildung 5: Bug und Streicheleiste



Abbildung 6: Schiffsküche

1.4.4 Umwelt

Die Umwelt wurde nicht geschädigt.

1.5 Beteiligte und betroffene Personen

1.5.1 Schiffscrew

1.5.1.1 Schiffsführer

Person

Jahrgang 1962
Anstellung bei ZSG
Dienstort Zürich Wollishofen

Berechtigung

BAV-Ausweis Kategorien A, B I RP, B II/1, B II/2 und C. Berechtigung u. a. zur Führung von Motorschiffen ohne Beschränkung der zulässigen Fahrgastzahl.

Letzte Fähigkeitsprüfung

Die letzte periodische Prüfung am 5. Mai 2014 hatte der Schiffsführer im praktischen Teil bestanden. Den theoretischen Teil hatte er nicht bestanden. Nachprüfungen fanden bis zum Ereignistag am 20. April 2016 nicht statt.

Werdegang	<p>Er begann bei der ZSG die Ausbildung zum Matrosen am 1. Februar 1996, die er am 4. Mai 1996 mit dem Bestehen der Prüfung erfolgreich beendete. In den folgenden Jahren hatte er sich zum Motorenwart und Schiffsführer weitergebildet. Am 12. September 2005 bestand er die notwendigen Prüfungen, um als Schiffsführer auf den Motorschiffen der «Albis»-Klasse eingesetzt zu werden. Im Oktober 2006 wurde er zudem als Schiffsführer auf das MS Wädenswil eingeschult und im Mai 2014 auf das MS Limmat.</p> <p>Der Schiffsführer hatte in den zwei Jahren vor dem Unfall rund 1100 Stunden Fahrpraxis pro Jahr auf der gefahrenen Route und auf den Motorschiffen der «Albis»-Klasse. Dabei wird rund 8000 Mal pro Jahr die Steuerung übernommen. Allein in Küsnacht landete der Schiffsführer pro Jahr rund 300 Mal backbordseitig und rund 580 Mal steuerbordseitig.</p>
Arbeitszeiten vor dem Ereignistag	<p>Die drei vorgängigen Tage waren:</p> <p>Sonntag, 17. April: 10:30 Uhr bis 20:40 Uhr (inkl. zwei Pausen)</p> <p>Montag, 18. April: 09:35 Uhr bis 20:10 Uhr (inkl. zwei Pausen)</p> <p>Dienstag, 19. April: 11:35 Uhr bis 19:40 Uhr (inkl. einer Pause)</p>
Arbeitsbeginn am Ereignistag	09:05 Uhr
Arbeitszeit bis zum Ereignis	4 Stunden, 5 Minuten
Medizinische Feststellungen	<p>Am 4. Mai 2015 fand durch das Institut für Rechtsmedizin eine periodische Kontrolluntersuchung zur Fahreignung des Schiffsführers statt. Die ärztliche Abklärung zur Fahreignung offenbarte keine Einschränkungen und die Voraussetzungen wurden durch den Schiffsführer ohne Auflagen erfüllt.</p> <p>Der Alkoholtest am 20. April 2016 ergab 0.00 ‰.</p>
Gesundheitszustand	Keine Beeinträchtigungen vorhanden. Der Schiffsführer fühlte sich fit und ausgeruht.
1.5.1.2 Matrose	
Person	<p>Jahrgang 1981 Anstellung bei ZSG Dienstort Zürich Wollishofen</p>
Berechtigung	Der Matrose ist berechtigt, als Motorenwart und Kassier auf diversen Schiffen der ZSG eingesetzt zu werden.
Letzte Fähigkeitsprüfung	Maschinenprüfung am 18. März 2016
Werdegang	Er begann bei der ZSG die Ausbildung zum Matrosen im Mai 2014 und bestand im gleichen Jahr

die notwendigen Prüfungen. Im Anschluss bildete er sich zum Maschinisten / Kassier weiter. Die Ausbildung auf dem MS Albis schloss er am 5. März 2015 ab. Die letzte Prüfung dieser Art absolvierte er am 18. März 2016 für das MS Wädenswil.

Arbeitszeiten vor dem Ereignistag	Die drei vorgängigen Tage waren: Sonntag, 17. April: 11:30 Uhr bis 19:35 Uhr (inkl. einer Pause) Montag, 18. April: 12:20 Uhr bis 19:35 Uhr (inkl. einer Pause) Dienstag, 19. April: 11:35 Uhr bis 19:40 Uhr (inkl. einer Pause)
Arbeitsbeginn am Ereignistag	08:30 Uhr
Arbeitszeit bis zum Ereignis	4 Stunden, 40 Minuten
Gesundheitszustand	Keine Beeinträchtigungen vorhanden. Der Matrose fühlte sich fit und ausgeruht.

1.5.1.3 Restaurationsangestellte

Auf dem MS Albis befanden sich zwei Restaurationsangestellte; ein Koch und ein Serviceangestellter.

1.5.2 Passagiere

Zum Zeitpunkt der Kollision befanden sich 55 Passagiere auf dem MS Albis.

1.6 Beteiligte und betroffene Körperschaften und Unternehmen

1.6.1 Besitzerin Landungsanlage

Gemeinde Küsnacht (ZH)

1.6.2 Schifffahrtsunternehmen

Zürichsee-Schifffahrtsgesellschaft AG (ZSG), Zürich

1.6.3 Schiffshalter

Zürichsee-Schifffahrtsgesellschaft AG (ZSG), Zürich

1.6.4 Lieferant Motorensteuerung

Aventics GmbH, Laatzen (DE)

1.7 Landungsanlage – Schiffsanlegestelle

1.7.1 Beschreibung

Die Landungsanlage, bzw. die Schiffsanlegestelle Küsnacht liegt am rechten Ufer des Zürichsees zwischen den Anlegestellen Zollikon und Küsnacht Heslibach.

1.7.2 Fahrplan

Die Abfahrtszeit gemäss Fahrplan war stündlich um hh:07 Uhr für den Kurs Richtung Zollikon und für den Kurs Richtung Küsnacht Heslibach um hh:10 Uhr.

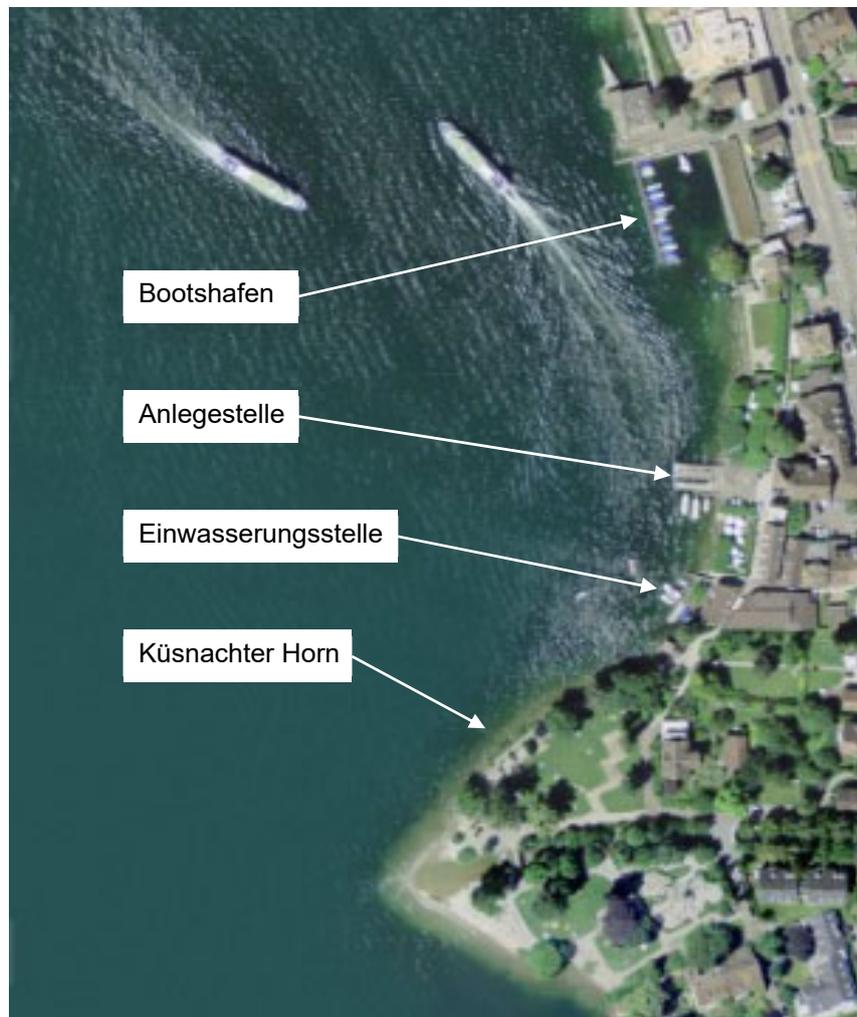


Abbildung 7: Situation der Anlegestelle Küsnacht.
(Quelle des Luftbildes: Bundesamt für Landestopografie.)

Nördlich der Anlegestelle befindet sich ein kleiner privater Bootshafen. Südlich der Anlegestelle befinden sich eine Einwasserungsstelle für Wasserfahrzeuge sowie drei kleine Bootsstege. Ebenfalls südlich der Anlegestelle liegt das Küsnachter Horn, eine topologische Veränderung der Uferlinie, die die Anlegestelle Küsnacht wie in einer Bucht gelegen erscheinen lässt (Abbildung 7).

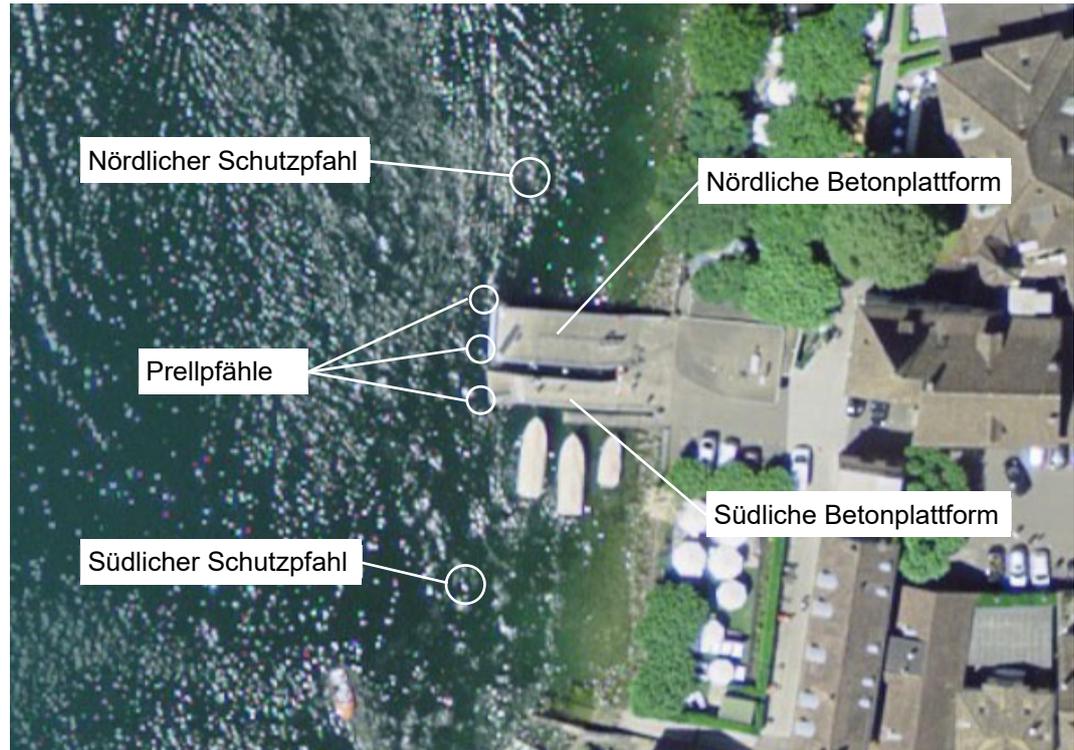


Abbildung 8: Nautische Ausrüstung der Anlegestelle Küsnacht.
(Quelle des Luftbildes: Bundesamt für Landestopografie.)

Die Anlegestelle ist mit zwei verschiedenen Betonplattformen ausgerüstet (Abbildung 8). Die wuchtigere, nördliche Plattform wird von grösseren Schiffen, während die etwas tiefer liegende und geringer dimensionierte, südliche Plattform von kleineren Schiffen benutzt wird. Vor der Anlegestelle stehen drei Prellpfähle. Zudem stehen nördlich und südlich je ein Schutzpfahl, der ein Abdriften der Schiffe Richtung Ufer verhindert. Beide Plattformen sind mit Geländern, Beleuchtungskandelabern und Trittgittern ausgerüstet. Zusätzlich befinden sich auf dem Gelände der Anlegestelle noch ein Stationsgebäude und diverse Sitzgelegenheiten.

1.7.3 Feststellung

Innerhalb von drei Minuten legen Schiffe aus entgegengesetzten Richtungen in Küsnacht an bzw. ab. Gemäss Auskunft des Leiters Betrieb der ZSG war man sich bewusst, dass die Zeitverhältnisse eher knapp bemessen sind.

Allfälliger Bootsverkehr des nördlich gelegenen Hafens sowie der südlichen Einwasserungsstelle teilt die Verkehrsfläche mit an der Anlegestelle Küsnacht an- und ablegenden Schiffen der ZSG.

Einschränkungen und kurstechnische Schwierigkeiten durch Untiefen im Fahrwasser sind keine vorhanden.

1.8 Schiff

1.8.1 Übersicht

Bei der ZSG sind drei Schiffe der «Albis-Klasse» im Einsatz, die in ihrem Aufbau, ihrem Verhalten und in ihrer Bedienung identisch sind. Sie wurden von der Bodan Werft in Kressbronn (DE) gebaut:

- MS Albis (Baujahr 1997)
- MS Pfannenstiel (Baujahr 1998)
- MS Uetliberg (Baujahr 1999)

1.8.2 Motorschiff MS Albis

1.8.2.1 Beschreibung des Schiffaufbaus

Das MS Albis ist ein Zwei-Deck-Panoramaschiff und wird für den Fahrgasttransport auf dem Zürichsee eingesetzt. Es hat eine Zulassung für 300 Passagiere und kann von einer Zwei-Mann-Besatzung betrieben werden. Das Hauptdeck und der dem Hauptdeck vorgelagerte Bugbereich sind für die Passagiere zugänglich. Auf dem Oberdeck befindet sich das Steuerhaus, das durch eine Türe via Oberdeck-Salon zugänglich und für die Passagiere nicht direkt einsehbar ist. Beidseits des Steuerhauses, in dem sich der Hauptfahrstand befindet, liegen die beiden Nockfahrstände, von welchen üblicherweise die An- und Ablegemanöver gefahren werden. Die Fahrstände sind so ausgebildet, dass sie einmännig bedient werden können. Eine Zwei-Mann-Bedienung ist nicht vorgesehen.



Abbildung 9: MS Albis (Quelle: ZSG).

Mit einer Länge von 42.4 m, einer Breite von 7.3 m, einem Tiefgang von 1.45 m und einer Höhe von 9.2 m weist das MS Albis eine Verdrängung von 176 t auf. Der Rumpf ist aus Stahl, verfügt über einen Bugwulst und ist in acht wasserdichte Abteilungen unterteilt.

Das Schiff wird von zwei MAN-Dieselmotoren des Typs D 2866 LXE 43 mit je 340 PS angetrieben (maximale Tourenzahl 1800 U/min) und besitzt eine elektronische Drehzahlregelung. Die Motorenleistung wird via Kupplung über je ein Schottelgetriebe auf die beiden gegenläufig drehenden Vier-Flügel-Verstellpropeller übertragen. Die beiden Antriebsstränge (BB/SB) sind symmetrisch aufgebaut.

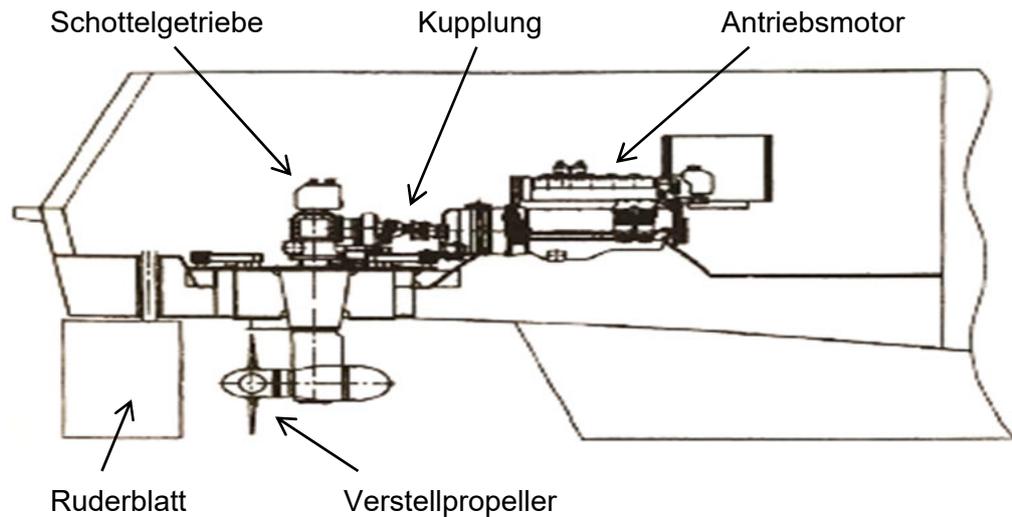


Abbildung 10: Antriebsaufbau im Maschinenraum (Quelle: ZSG).

Zusätzlich verfügt das MS Albis über zwei Hilfsmotoren (Dieselaggregate des Typs Cummins 6 B5.9M / 60 kW), die unter anderem 400 V / 86 A Generatoren zur Erzeugung der Bordnetzspannung (inkl. Speisung der Hydraulikpumpen) antreiben. Das Schiff kann mit maximal 8000 l Dieseltreibstoff betankt werden.

Das MS Albis erreicht eine maximale Geschwindigkeit von 23.5 km/h. Der Bremsweg aus der Maximalgeschwindigkeit beträgt 127.2 m (ohne äussere Störeinflüsse wie Wetterphänomene oder Wasserströmungen).

1.8.2.2 Beschreibung der Schiffssteuerung

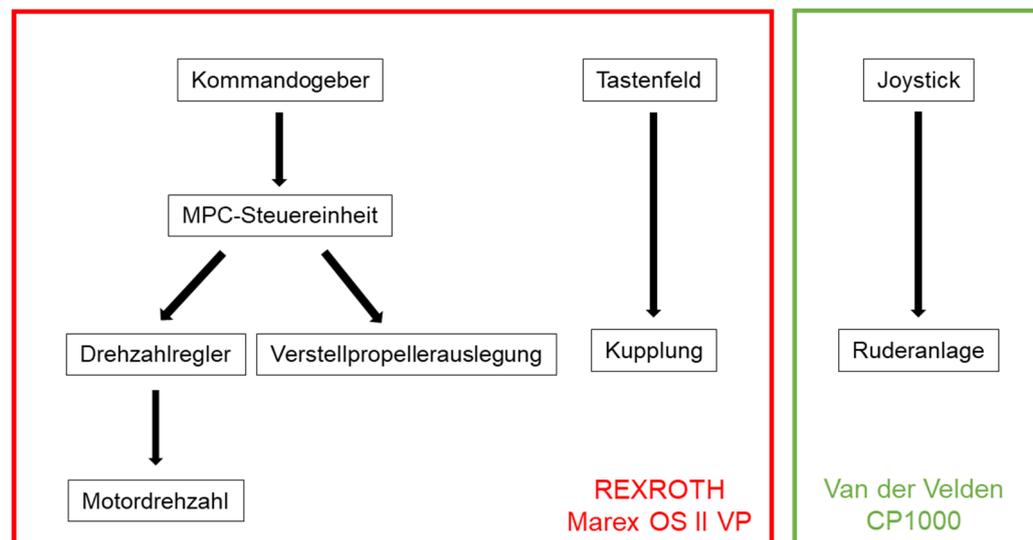


Abbildung 11: Systemübersicht der Schiffssteuerung.
Rot umrandet: Antriebssteuerung.
Grün umrandet: Rudersteuerung.

1.8.2.2.1 Antriebssteuerung

1.8.2.2.1.1 Allgemeine Beschreibung

Auf dem MS Albis ist eine Schiffsfernsteuerung für Verstellpropeller des Typs Marenx OS II VP (System-Nr.: 336 102 095 0) des Herstellers Rexroth Pneumatics GmbH aus der Bosch Gruppe installiert. Geliefert und montiert wurde die Steuerung von Aventics GmbH, Laatzen (DE). Pro Antriebsseite existiert eine MPC-Steuereinheit, die die Signale der Kommandogeber in den Fahrständen an die Motor- und Propellersteuerung überträgt. Der Haupt- wie auch die beiden Nockfahrstände sind mit Hebelgleichlauf-Kommandogebern² des Typs 230 mit angeschlossenen Bedienstreifen ausgerüstet. Damit kann das Schiff auf dem Haupt- oder auf einem der zwei Nockfahrstände bedient und manövriert werden. Es ist jedoch immer nur einer der drei Kommandogeber aktiv. Die nichtaktiven Kommandogeber laufen durch die in den Kommandogebern integrierten Servomotoren dem aktiven Kommandogeber nach und nehmen immer dieselbe Position ein. Zur Übernahme der Kontrolle auf den gewünschten Fahrstand dienen die Bedienstreifen, die mit ihren Lampen und Tasten zur Aktivierung und Anzeige der Steuerfunktionen dienen (Abbildung 13 und Abbildung 14).

Die MPC-Steuereinheit wird über eine Datenleitung (CAN-Bus) in Linie mit den Fahrhebeln verbunden (Abbildung 12). Die Bedienstreifen sind mit dem zugehörigen Fahrhebel über eine zweite Datenleitung (I²C-Bus) verbunden. Der CAN-Bus und der I²C-Bus sind standardisierte, serielle Bus-Systeme. Die Signale zwischen den Steuer- und Anzeigeeinheiten sind somit digital. Alle Elemente sind adressiert und kommunizieren über die serielle Datenleitung untereinander. Alle 200 ms werden die Elemente vom Zentralrechner in der MPC-Steuereinheit angesteuert und ihr Zustand abgefragt bzw. neue Befehle erteilt.

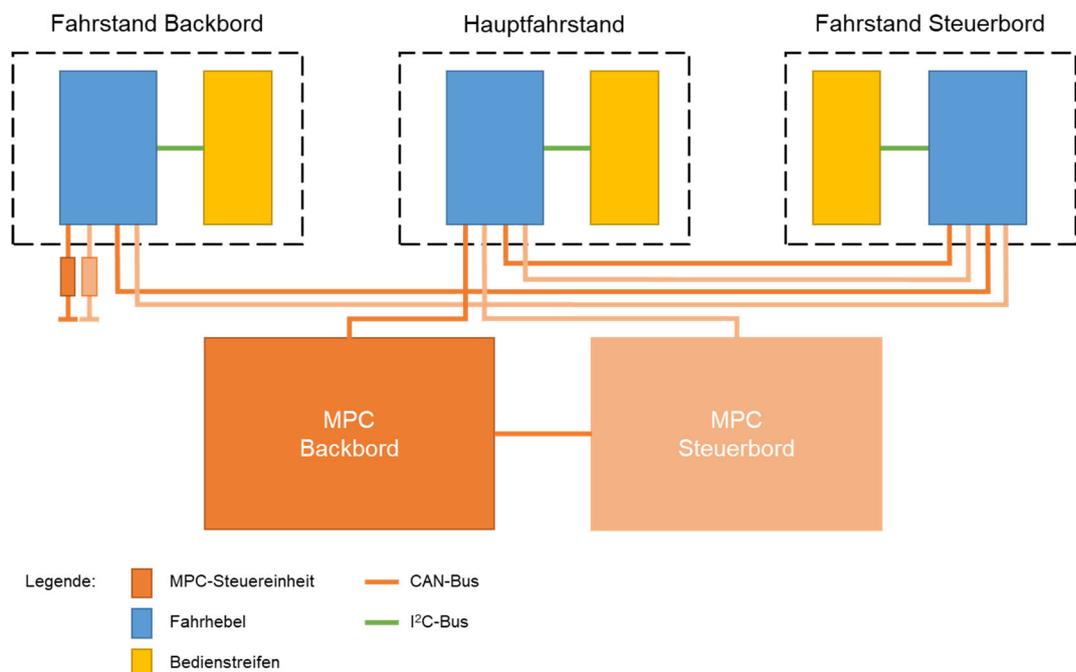


Abbildung 12: Systemübersicht der MPC-Steuereinheit mit den Hebelgleichlauf-Kommandogeber.

² Automatische Synchronisation der Fahrhebel auf allen Fahrständen (Haupt- und Nockfahrstände).

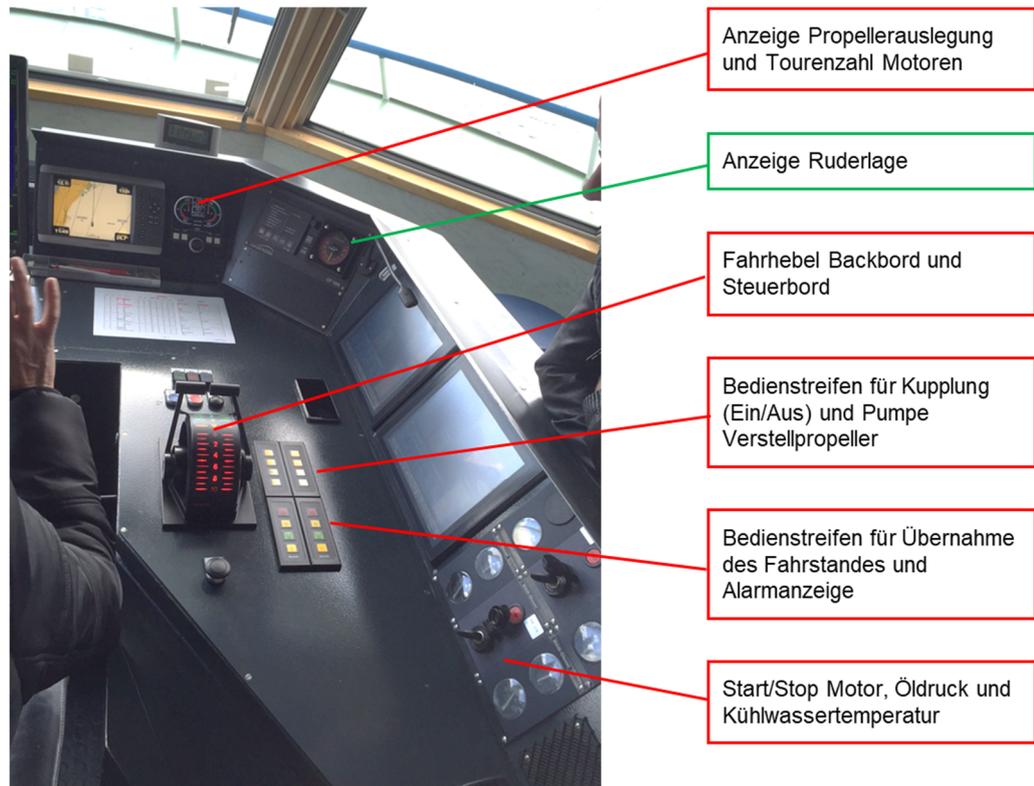


Abbildung 13: Anordnung der Bedieneinheiten im Hauptfahrstand.
 Rot: Marex Antriebssteuerung.
 Grün: Van der Velden Rudersteuerung.

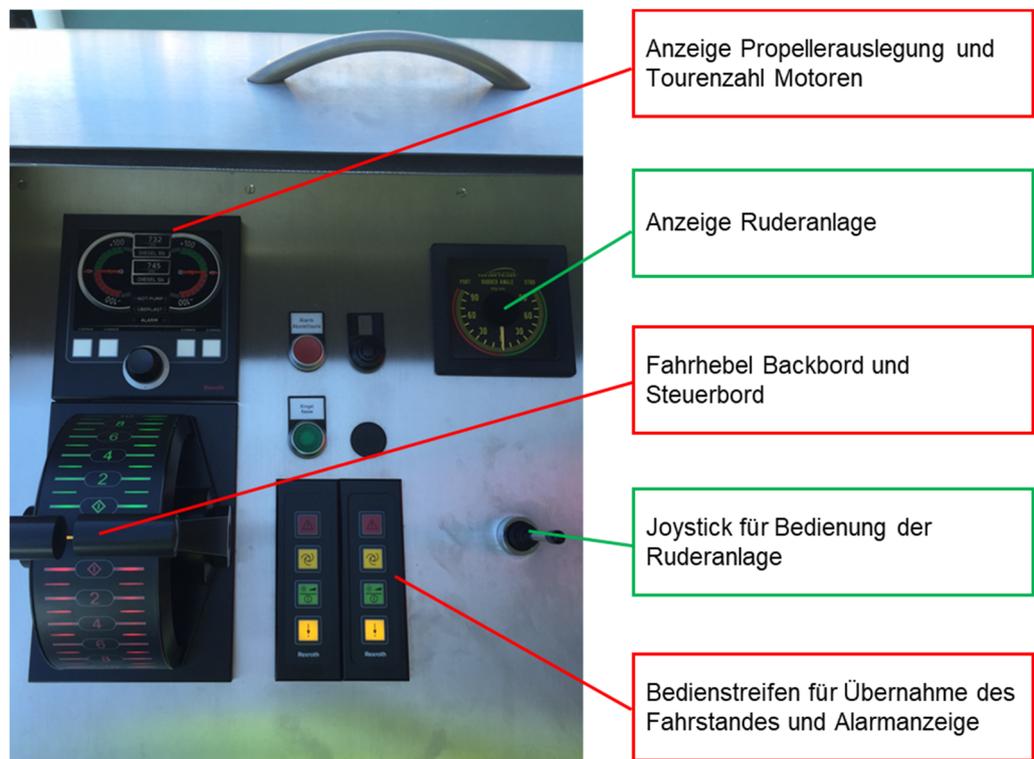


Abbildung 14: Anordnung der Bedieneinheiten im Nockfahrstand (BB).
 Rot: Marex Antriebssteuerung.
 Grün: Van der Velden Rudersteuerung.

Die Kommandogeber bestehen aus Bedienteil (Fahrhebel), beleuchteter Skala und Elektronikbaugruppen. Bei der Bedienung der Fahrhebel rasten diese jeweils in den Positionen «neutral», «1. Stufe vorwärts» und «1. Stufe rückwärts» ein. Werden die Fahrhebel über diese Positionen hinausbewegt, lassen sich die Fahrhebel stufenlos, d. h. ohne Rasterung bewegen. Die Marex Antriebssteuerung steuert die Motorendrehzahl, die Motor-Getriebe-Kupplung sowie die Auslegung des Verstellpropellers. Die Motorendrehzahlen und die Propellerauslegungen sind synchronisiert und werden direkt mit den Kommandogebern in den Fahrständen pro Antriebsseite (BB/SB) über je eine unabhängige MPC-Steuereinheit angesteuert. Diese MPC steuern die Pumpe für die Propellerauslegung sowie die Motorendrehzahl über eine elektronische Drehzahlregelung an. Die Motor-Getriebe-Kupplungen sind während des Betriebes immer eingekuppelt (eingeschaltet), können jedoch mit einer Tastenbedienung im Hauptfahrstand jederzeit aus- und wieder eingeschaltet werden. Das Einschalten bzw. das Einkuppeln erfolgt in der Regel bei Dienstantritt nach der Funktionskontrolle, das Auskuppeln bzw. das Ausschalten wiederum bei Dienstschluss.

Jede Steuereinheit verfügt über einen Fehlerspeicher, auf den über ein Display auf die Fehlercodes zugegriffen werden kann. Maximal können zehn Meldungen gespeichert werden. Jede gespeicherte Meldung wird mit einem Zeitstempel versehen, der auf die Einschaltzeit des Systems kalibriert ist. Er zeigt somit die Zeit an, die ab Inbetriebnahme des Systems bis zur Ausgabe einer Fehlermeldung vergangen ist.

Im Maschinenraum kann die Steuerung der Antriebsmotoren mit einem Drehschalter (je einen für BB und SB) zwischen «Maschinenraum» (Position 1) und «Steuerhaus» (Position 2) umgeschaltet werden (Abbildung 15). Auf Position 2 obliegt die Steuerhoheit des Antriebs bei den Fahrständen, auf Position 1 kann die Drehzahl der Motoren mit einem Potentiometer direkt im Maschinenraum manuell gesteuert und die Motoren können direkt im Maschinenraum abgestellt werden. Werden die Motoren in Position 1 im Maschinenraum abgestellt, so nehmen die Fahrhebel der Kommandogeber in allen Fahrständen automatisch die Neutralposition («0») ein.

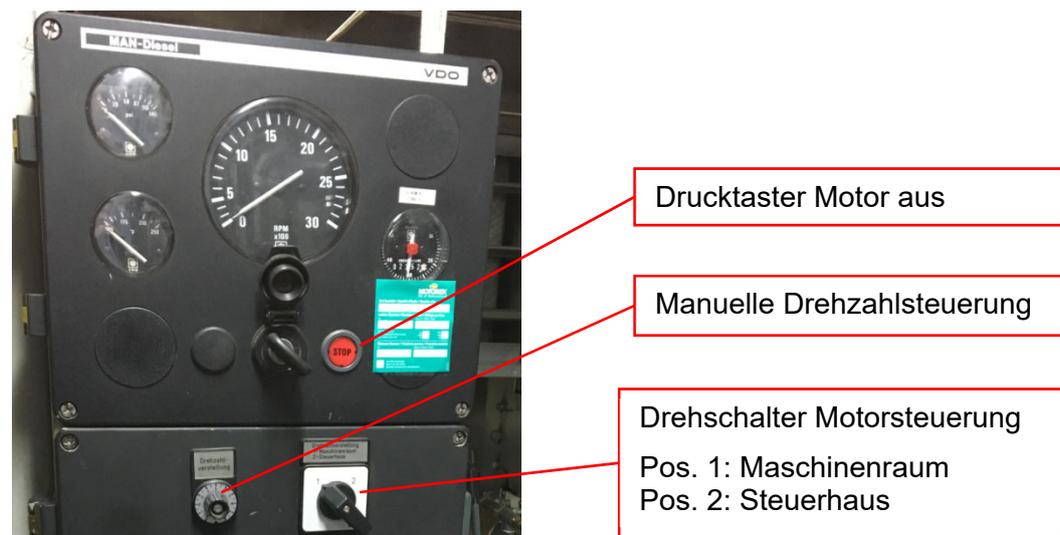


Abbildung 15: Steuerungstabelle der Antriebsmotoren im Maschinenraum (pro Motor ein Tableau).

1.8.2.2.1.2 Beschreibung Kommandoübernahme

Die Kommandoübernahme bzw. die Aktivierung des Fahrkommandos erfolgt grundsätzlich durch zweimaliges Betätigen der Taste «Kommandoübernahme» auf dem Bedienstreifen (Abbildung 16). Mit der ersten Betätigung wird die Übernahmeprozedur gestartet und es ertönt ein akustisches Alarmsignal. Mit der zweiten Betätigung wird die Übernahme quittiert und vollendet. Bei einer erfolgreichen Übernahme des Kommandos auf den Fahrstand verstummt der Alarm und die Tastenbeleuchtung auf dem Bedienstreifen leuchtet dauernd.



Abbildung 16: Taste «Kommandoübernahme» auf dem Bedienstreifen.

1.8.2.2.2 Rudersteuerung

Die beiden Ruderblätter werden unabhängig von der Antriebssteuerung durch eine hydraulische Rudersteuerung der Firma Van der Velden des Typs CP1000 bedient. Die Ansteuerung erfolgt mittels Joystick. In jedem Fahrstand ist je ein Joystick vorhanden. Im Gegensatz zu der Antriebssteuerung ist die Rudersteuerung auf den drei Fahrständen jederzeit bedienbar.

1.8.2.2.3 Energieversorgung und Alarmsystem

Beide Systeme (Marex Antriebssteuerung und Van der Velden Rudersteuerung) werden ab Bordnetz mit Energie versorgt. Bei Ausfall des Generators und damit dem Ausfall des Bordnetzes werden beide Anlagen unterbrechungsfrei von der Bordbatterie bzw. der Notbatterie weiterhin mit Energie versorgt und bleiben somit auch in diesem Fall funktionsfähig.

Beide Systeme sind zudem mit entsprechenden Alarmsystemen ausgestattet, welche gemäss der Schiffbauverordnung (SBV) Fehler, Ausfälle oder Druckabsenkungen in den Systemen optisch und akustisch zu den Fahrständen (Haupt- und Nockfahrstände) melden.

1.8.2.3 Anordnung der Bedienelemente Fahrhebel und Joystick

**Abbildung 17:** Nockfahrstand Backbord**Abbildung 18:** Hauptfahrstand**Abbildung 19:** Nockfahrstand Steuerbord

Legende: Gelb: Fahrhebel für die Antriebssteuerung.
Grün: Joystick für die Rudersteuerung.

Im Hauptfahrstand und steuerbordseitigen Nockfahrstand sind der Joystick für die Rudersteuerung links und die Fahrhebel für die Antriebssteuerung rechts angeordnet. Im backbordseitigen Nockfahrstand sind die Fahrhebel links und der Joystick rechts platziert.

1.8.2.4 Feststellungen am Ereignistag

Beim Eintreffen vor Ort konnten folgende Feststellungen gemacht werden:

- Die Fahrhebel im Hauptfahrstand sowie in den Nockfahrständen waren in der neutralen Stellung. Die Ruderanzeige zeigte eine Stellung 12° BB und die Anzeige der Propellerauslegung war neutral.
- Im Maschinenraum wurden keine augenscheinlichen Schäden festgestellt.
- Die Antriebsmotoren waren abgestellt, die Drehschalter auf den Schalttafeln auf Position 1 «Maschinenraum» gestellt (BB und SB).
- Der Generator (steuerbordseitig) für das Bordnetz war in Betrieb, die Bordsysteme waren ab der morgendlichen Inbetriebnahme bis zum Eintreffen der Untersuchungsbehörden jederzeit mit Energie versorgt. (Ein Unterbruch der Energieversorgung wird im Datenspeicher aufgezeichnet; es wurde kein Unterbruch aufgezeichnet.)
- Dem Schiffsalarmssystem war zu entnehmen, dass das Schiff um 08:41:45 Uhr in Betrieb genommen wurde.
- Es gab je eine Fehlermeldung pro Antriebsseite im Fehlerspeicher der Marex Antriebssteuerung (MPC) sowie im allgemeinen Schiffsalarmssystem. Die Zeitstempel der beiden erwähnten Meldungen liegen bei 4:27:12 h bzw. 4:27:14 h und sind auf den Einschaltzeitpunkt kalibriert. Daraus lässt sich als Meldungszeitpunkt 13:08:57 Uhr resp. 13:08:59 Uhr herleiten. Beide Antriebsseiten zeigten die gleiche Meldung «Fehler Geber St.bord 0300050» (Anlage 1, Abbildung 27) an.
- Der Datenspeicher zeichnet nur Fehler auf.
- Fahrdaten oder Signale, die aufgrund einer Bedienung oder Erreichen eines Zustandes erzeugt werden oder vorhanden sind, werden nicht aufgezeichnet.
- Bei der Unterwassersichtung des Schiffes durch Taucher wurden bis auf die Schäden gemäss Kapitel 1.4.3 keine weiteren Unregelmässigkeiten am Rumpf festgestellt. Die Position von Ruder und Verstellpropeller entsprach den Anzeigen im Fahrstand.

1.8.2.5 Feststellungen im Rahmen vertiefter Untersuchungen

1.8.2.5.1 Wiederinbetriebnahme

Nachdem das MS Albis durch die vor Ort anwesenden Untersuchungsorgane für die Bergung freigegeben wurde, wurden zuerst die beiden Antriebsmotoren gestartet und anschliessend die Antriebswellen eingekuppelt. Danach wurden die ersten Funktionskontrollen erfolgreich durchgeführt. Im Anschluss konnte das MS Albis durch gezielte Manöver und mit Hilfe von zusätzlichen Booten der Seepolizei aus der Havarieposition befreit werden. Die weitere Untersuchung der technischen Einrichtungen liessen erkennen, dass das MS Albis aus eigener Kraft und ohne aussenstehende Hilfe in die Werft der ZSG überführt werden konnte.

1.8.2.5.2 Werftüberführung und Funktionskontrolle

Auf der Fahrt von Küsnacht in die ZSG-Werft nach Zürich Wollishofen wurden diverse Manöver durchgeführt. Mehrmals wurden bei voller Fahrt die Maschinen auf «Rückwärts» gestellt, wobei diese Manöver sowohl aus dem Haupt- wie auch aus den beiden Nockfahrständen ohne Probleme durchgeführt werden konnten. Auf dem See wurde ein Anlegemanöver simuliert, was ohne Unregelmässigkeiten durchgeführt werden konnte. Ausserdem wurden die Fahrstände mehrmals zwischen dem Hauptfahrstand und den Nockfahrständen gewechselt. Auch bei diesen Tests wurden keine Auffälligkeiten oder Fehlfunktionen festgestellt. Bei der gesamten Überfahrt wurden keine Störungen registriert.

1.8.2.5.3 Funktionsprüfungen

Am 27. April 2016 fand durch den Lieferanten der Marex Antriebssteuerung eine Überprüfung der Funktion im Beisein der ZSG, des Forensischen Instituts Zürich, der Kantonspolizei Zürich und der SUST statt. Diese Untersuchung konnte keine offensichtliche Fehlfunktion des Steuersystems offenbaren. Auch bei einer erneuten Kontrollfahrt am Folgetag funktionierte das System einwandfrei.

Um den Fehler zu reproduzieren wurden auf dem backbordseitigen Nockfahrstand beide Fahrhebel sechs Mal miteinander und einmal nur der BB-Fahrhebel um mindestens einen Strichabstand von Hand verschoben, festgehalten und versucht, das Kommando zu übernehmen. Die Übernahme war nicht möglich und der Eintrag «Fehler Geber St.bord 0300050» erfolgte in beiden MPC Fehlerspeicher. Die Anzahl Meldungen in den Fehlerspeichern entsprach der Anzahl reproduzierter Manipulationen: Sieben Mal auf dem Display UV 35 BB und sechs Mal auf dem Display UV 36 SB.

Aufgrund der Diskrepanz zwischen den Anzeigen «Fehler Geber St.bord 0300050» in den Fehlerspeichern der beiden MPC und der Tatsache, dass die Bedienung durch den Schiffsführer wie auch die Funktionsprüfungen auf dem backbordseitigen Nockfahrstand erfolgte, wurde vom Lieferanten festgestellt, dass in der Systemkonfiguration eine Verwechslung zwischen den Kommandogebern Backbord und Steuerbord vorlag. Dieser Fehler hatte funktional keinen Einfluss auf das Ereignis.

Am 28. April 2016 und 2. Mai 2016 wurden mehrere Tests zur Überprüfung des Hebelgleichlaufsystems und der Kommandoübernahme durchgeführt. Insbesondere wurde die Übernahme des Kommandos in den Nockfahrständen überprüft. Sie erfolgten alle erfolgreich und störungsfrei. Es konnten während der Bedienung weder in den Fahrständen noch im Fehlerspeicher der Steuerungsanlage und im Schiffsalarmsystem Unregelmässigkeiten oder Fehlfunktionen festgestellt werden.

Wurde ein Fahrhebel eines inaktiven Fahrstandes aus der vorgegebenen Position bewegt und festgehalten, so versuchte der Servomotor den Fahrhebel wieder in

die ursprüngliche Position zu bewegen. Im Zusammenwirken mit dem Festhalten resultierte ein deutlich spür-, sicht- und hörbares Rütteln des Fahrhebels. Nach vier erfolglosen Versuchen, d. h. nach 18 Sekunden, erfolgte die Störungsmeldung «Fehler Geber xxx³» und die Fahrhebel blieben in der festgehaltenen Position. Mit der Rückführung des fehlererzeugenden Fahrhebels über die Neutralstellung konnte ein «Reset» erreicht werden und die Servomotoren bewegten den Fahrhebel wieder in die IST-Position des aktiven Kommandogebers. Dieser Vorgang konnte durch das beschriebene Vorgehen in allen Fahrständen wiederholt reproduziert werden.

Wurden die Antriebsmotoren bei den Tests direkt aus dem Maschinenraum abgestellt, bewegten sich die Fahrhebel in allen Fahrständen automatisch in die Neutralstellung. Wurde allerdings vorher ein «Fehler Geber» provoziert, so blieb der fehlerauslösende Fahrhebel trotz Ausschalten des Motors in seiner fehlerhaften Position.

Bei der Überprüfung gelang die Übernahme des Fahrkommandos jeweils nicht, sobald auf dem noch inaktiven Fahrstand ein Fahrhebel (BB oder SB) ca. $\frac{3}{4}$ Strich oder mehr (d. h. ca. 5 mm oder mehr) von der vorgegebenen IST-Position (des noch aktiven Fahrhebels) entfernt wurde. Bei dieser Abweichung begannen die Servomotoren korrigierend einzugreifen und die Übernahme-prozedur durch die Betätigung der vorgesehenen Tasten konnte nicht eingeleitet werden. Wurde der fehlererzeugende Fahrhebel aber innerhalb die Toleranzgrenze von $\frac{3}{4}$ Fahrstufe bzw. 5 mm (oder weniger) des IST-Zustandes gebracht (manuell oder durch die integrierten Servomotoren), konnte die Übernahme-prozedur durch die Betätigung der vorgesehenen Tasten eingeleitet und durch erneutes (zweites) Drücken die Kommandoübernahme erfolgreich durchgeführt werden.

Am 2. Juni 2016 wurde die Steuereinheit des BB-Nockfahrstandes im Beisein der ZSG, des Forensischen Instituts Zürich und der SUST demontiert und auf allfällige physische Schäden, Feuchtigkeits- oder Korrosionsspuren, funktionsbeeinträchtigende Schmutzablagerungen und sonstige mechanische oder elektrische Anomalien untersucht. Es konnten dabei keine Defekte oder Ungereimtheiten an den Bauteilen festgestellt werden.

1.8.2.5.4 Fahrstandswechsel – Kommandoübernahme

Der Betrieb des MS Albis sieht vor, dass das Schiff von einem einzigen Schiffsführer gefahren wird. Der Umstand, dass die Fahrhebel der drei Fahrstände – im Unterschied zum Ruder – nicht gleichzeitig aktiv zur Verfügung stehen, bedeutet, dass nur von einem Fahrstand aus bedient werden kann. Soll die Bedienung von einem anderen Fahrstand aus erfolgen, muss die Hoheit für die Fahrhebel auf dem «neuen» Fahrstand angefordert und übernommen werden. Ein Fahrstandswechsel bringt mit sich, dass für eine kurze Zeit – bis die Übernahme erfolgreich ist, im Normalfall ca. 2 Sekunden – die Bedienung vor Ort nicht möglich ist. Gelingt die Übernahme nicht auf Anhieb, kann der Schiffsführer sofort wieder in den letzten aktiven Fahrstand zurückwechseln, um von dort aus zu steuern. Dies braucht aber wiederum eine gewisse Zeit, bis er den Weg dorthin erneut zurückgelegt hat. Alternativ kann er verschiedene Bedienungen am noch nicht aktiven Fahrstand vornehmen (z. B. die Fahrhebel über die Neutralstellung hinausbewegen und danach in einer Position loslassen, in der er spürt, dass die Servomotoren aktiv werden), um z. B. die Rückstellung (Reset) eines allfälligen Fehlers zu veranlassen. Führen seine Bedienungen im noch nicht aktiven Fahrstand jedoch nicht zum gewünschten Erfolg, muss er dann aber anschliessend doch in den letzten aktiven Fahrstand

³ xxx für Fahrstand: Hauptfahrstand (Brücke), Nockfahrstand Steuerbord, bzw. Backbord.

wechseln, um von dort aus die Fahrhebel bedienen zu können. Dies braucht nochmals eine gewisse Zeit, die sich zu der durch die Lösungssuche verstrichenen Zeit addiert.

1.9 Kommunikation

Das MS Albis verfügt über mehrere Kommunikationseinrichtungen: Eine stationäre Sprechfunkanlage im Hauptfahrstand (UKW-Kanal 16, ZSG-Kanal), zwei Handfunkgeräte (Kommunikation zwischen Schiffsführer und Matrose), eine Audioanlage für Durchsagen in die Passagierräume sowie eine Gegensprechanlage mit mehreren Sprechstellen (verteilt auf dem ganzen Schiff). Diese sind für das Ereignis nicht relevant.

1.10 Auswertung der Datenaufzeichnung

1.10.1 GPS-Aufzeichnung

1.10.1.1 Einleitung

Der Fahrweg des Schiffes wird in Form von einzelnen GPS-Positionseinträgen gespeichert. Die Frequenz der gespeicherten Positionseinträge ist geschwindigkeitsabhängig. Aus den aufgezeichneten Einträgen lässt sich ablesen, dass bei einer Geschwindigkeit von z. B. 20 km/h alle 3 Sekunden ein Eintrag und bei z. B. 10 km/h alle 6 Sekunden ein Eintrag erfolgt. Bei Stillstand des Schiffes erfolgt alle 4 Minuten ein Positionseintrag.

Die GPS-Datenaufzeichnung des MS Albis am 20. April 2016 enthält keinen Eintrag des exakten Kollisions-Zeitpunktes.

Die letzten elf Positionseinträge vor dem Ereignis wurden bei Geschwindigkeiten zwischen 19.3 km/h und 21.3 km/h ab 13:08:31 Uhr im Abstand von je 3 Sekunden gespeichert. Der letzte so gespeicherte Positionseintrag erfolgte um 13:09:01 Uhr mit der Geschwindigkeit von 20.7 km/h.

1.10.1.2 Kreuzung mit dem MS Uetliberg vor der Anlegestelle

Kurz vor dem Ereignis kreuzte das MS Albis das MS Uetliberg. Die GPS-Aufzeichnungen des MS Uetliberg zeigen, dass das Schiff zwischen 13:06:10 und 13:08:08 Uhr am Anlegesteg in Küsnacht an- und wieder ablegte (Abbildung 20). Gemäss Fahrplan hätte das MS Uetliberg 13:07 Uhr ablegen sollen.

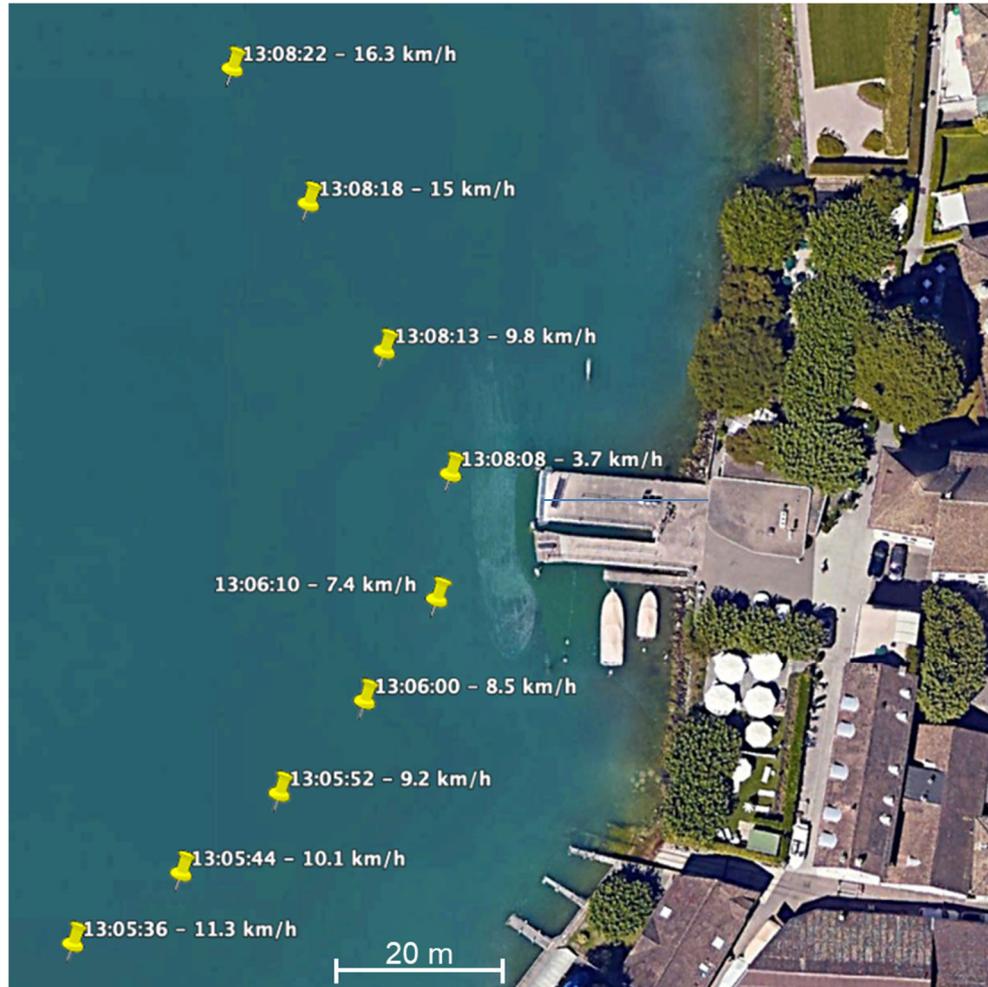


Abbildung 20: Aufeinanderfolgende GPS-Punkte des MS Uetliberg bei der Anlegestelle Küsnacht mit Angabe von Zeit und Geschwindigkeit.
(Quelle des Luftbildes: Google Earth.)

Gemäss den GPS-Aufzeichnungen des MS Albis und des MS Uetliberg erfolgte um 13:08:37 Uhr in einer Distanz von rund 150 m Luftlinie, bzw. 160 m Fahrweg (Abbildung 24), vor dem Anlegesteg mit einem seitlichen Abstand von rund 60 m die Kreuzung der beiden Schiffe auf der Backbordseite (Abbildung 21).



Abbildung 21: Kreuzung des MS Albis (Rot) mit dem MS Uetliberg (Gelb) vor der Anlegestelle Künsnacht. (Quelle des Luftbildes: Google Earth.)

1.10.1.3 Vergleich von Anfahrtsrouten

Mit Hilfe der aufgezeichneten GPS-Daten wurden die von mehreren Schiffen und verschiedenen Schiffsführern gefahrenen Anfahrtsrouten zur Anlegestelle Künsnacht vom 19. April 2016 und 20. April 2016 ausgewertet. Die Routen 3, 5, 7 (Grün) und 9 (Weiss) wurden vom Schiffsführer der Ereignisfahrt vom 20. April 2016 gefahren, wobei die Route 9 (Weiss) der Ereignisfahrt entspricht.

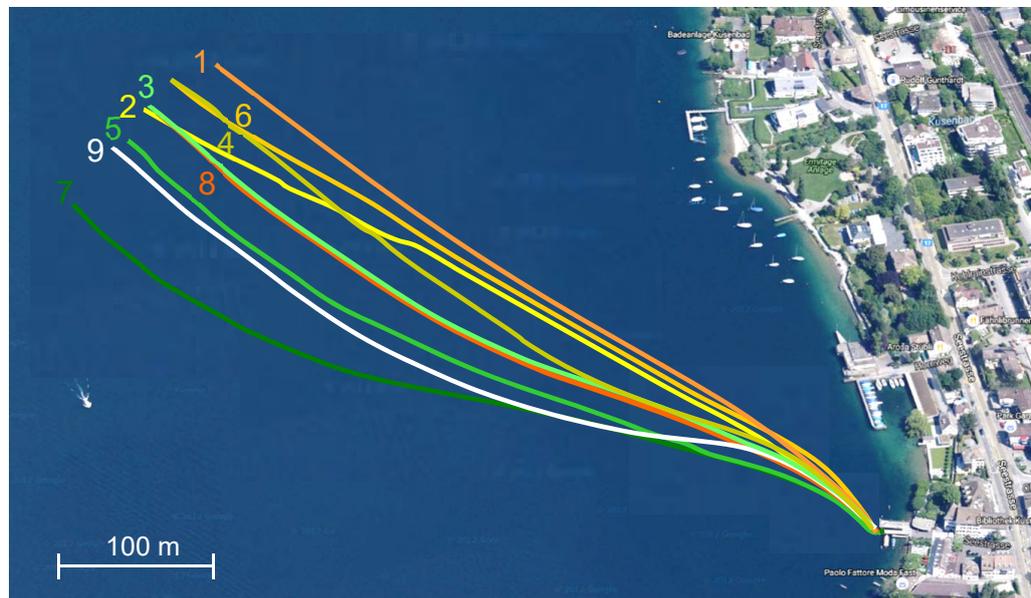


Abbildung 22: Anfahrtsrouten mehrerer Schiffe der Albis-Klasse auf die Anlegestelle Künsnacht.

Legende:

1	19. April 2016 MS Albis, 10:09
2	19. April 2016 MS Albis, 13:09
3	19. April 2016 MS Uetliberg, 14:10
4	19. April 2016 MS Albis, 16:09
5	19. April 2016 MS Pfannenstiel, 18:10

6	19. April 2016 MS Albis, 19:09
7	20. April 2016 MS Albis, 10:10
8	20. April 2016 MS Pfannenstiel, 12:10
9	20. April 2016 MS Albis, 13:10

1.10.1.4 Geschwindigkeitsweg-Diagramme der Anfahrtsrouten

Die nachfolgende Abbildung 23 zeigt das Geschwindigkeits-Weg-Diagramm mit den Auswertungen der GPS-Daten von neun Anfahrten an den Anlegesteg Küssnacht von Schiffen der Albis-Klasse von verschiedenen Schiffsführern. Analog zur Abbildung 22 wurden die Routen 3, 5, 7 (Grün) und 9 (Weiss) vom Schiffsführer der Ereignisfahrt vom 20. April 2016 gefahren.

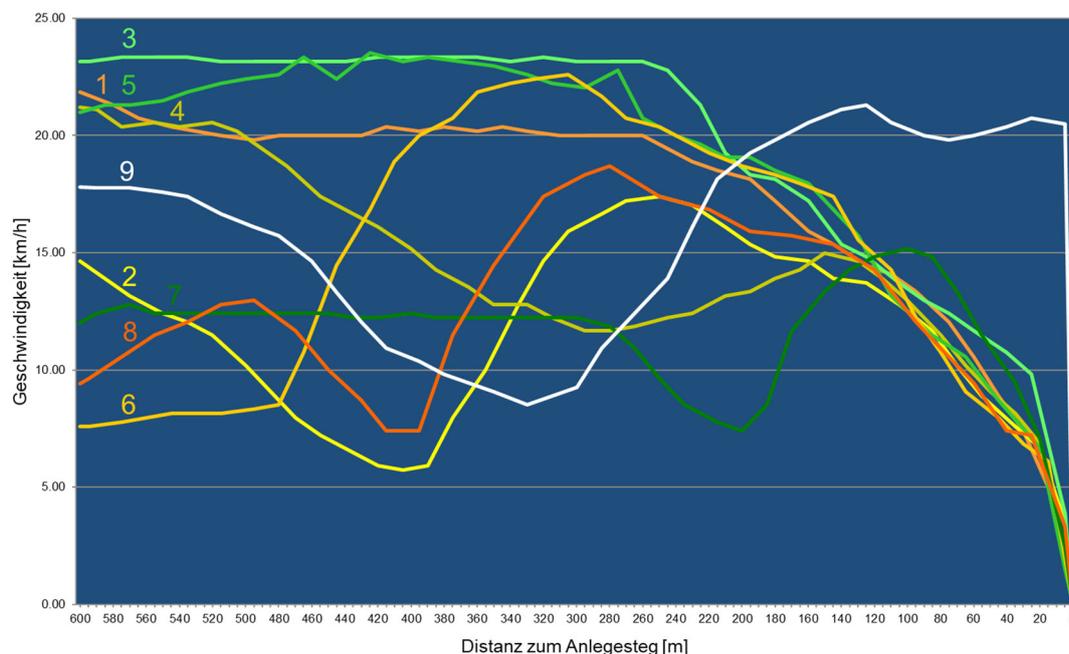


Abbildung 23: Geschwindigkeiten und Distanzen der Anfahrtsrouten
Legende:

1	19. April 2016 MS Albis, 10:09	6	19. April 2016 MS Albis, 19:09
2	19. April 2016 MS Albis, 13:09	7	20. April 2016 MS Albis, 10:10
3	19. April 2016 MS Uetliberg, 14:10	8	20. April 2016 MS Pfannenstiel, 12:10
4	19. April 2016 MS Albis, 16:09	9	20. April 2016 MS Albis, 13:10
5	19. April 2016 MS Pfannenstiel, 18:10		

In der nachfolgenden Abbildung 24 werden der Auswertungskurve der Ereignisfahrt (Route 9) die Zeitangaben hinzugefügt. Um 13:06:37 Uhr, ca. 600 m bzw. 2.5 Minuten vor der Kollision begann die Geschwindigkeit von 17.8 km/h abzunehmen. Um 13:07:51 Uhr, ca. 330 m bzw. 1 Min. 10 s vor der Kollision erreichte die Geschwindigkeit den Wert von 8.5 km/h. Unmittelbar danach nahm sie wieder zu. Es folgten um 13:08:04 Uhr und 13:08:20 Uhr zwei Geschwindigkeitserhöhungen (bei ca. 300 m und 250 m vor der Kollision). Um 13:08:27 Uhr, ca. 215 m vor der Kollision reduzierte sich die Geschwindigkeitszunahme, bis um 13:08:43 Uhr, bei 125 m bzw. 15 Sekunden vor der Kollision die Geschwindigkeit 21.3 km/h erreichte. Danach folgte eine Geschwindigkeitsreduktion auf 19.8 km/h (13:08:52 Uhr) und wieder eine Erhöhung auf 20.7 km/h bis kurz vor der Kollision. Innerhalb der letzten 15 Sekunden erfolgte alle rund 3 Sekunden ein Dateneintrag bis 13:09:01 Uhr. Der nächstfolgende Eintrag erfolgte um 13:13:02 Uhr mit einer Geschwindigkeit von 0 km/h.

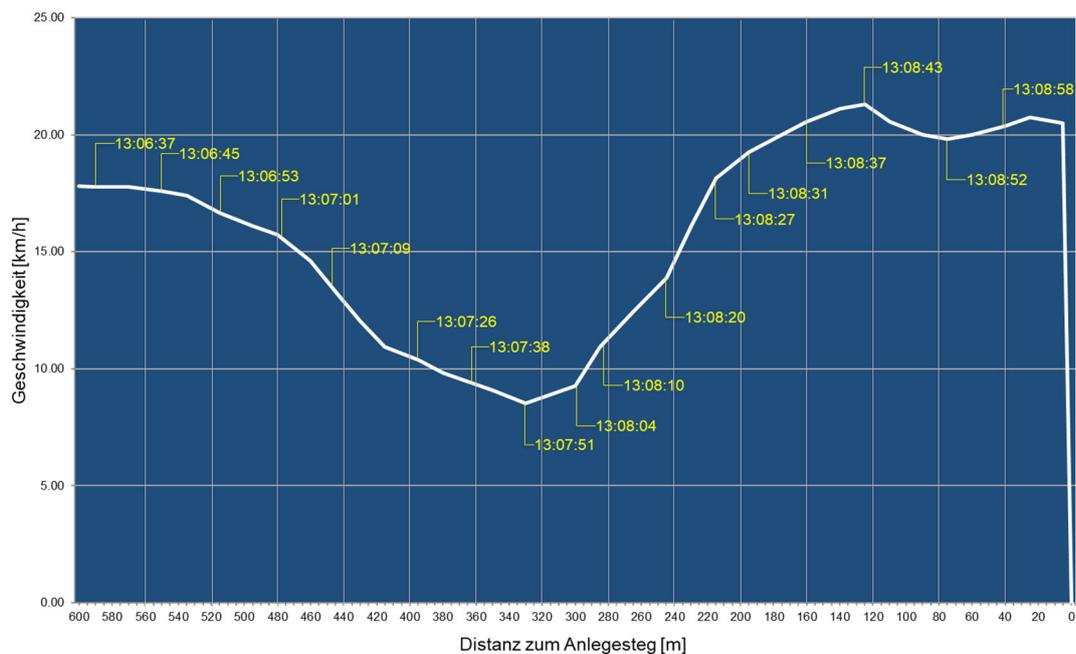


Abbildung 24: Geschwindigkeits-Weg-Zeitdiagramm der Anfahrtsroute 9.

Die ermittelte Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen dem Zeitpunkt der Kreuzung mit dem MS Uetliberg um 13:08:37 Uhr und dem Zeitpunkt des letzten Positionseintrags um 13:09:01 Uhr beträgt 20.5 km/h. Bei der Geschwindigkeit von 20.5 km/h legte das Schiff rund 5.7 Meter pro Sekunde zurück. In 18 Sekunden (Zeit, während der ein Fahrhebel dauernd blockiert sein muss, bis eine Störungsmeldung generiert wird; siehe Kapitel 1.8.2.5.3) legte das Schiff somit rund 103 m zurück.

1.10.2 Wetteraufzeichnungen, Sichtverhältnisse

Zum Zeitpunkt des Ereignisses war das Wetter trocken und sonnig bei einer Temperatur von 13 °C (Wetterstation Zürich-Fluntern). Bei einer Windgeschwindigkeit von durchschnittlich 15 km/h (Nord-Nordost) mit Böen von bis zu 30 km/h betrug die Sichtweite ca. 25 km (Abbildung 25). Die Sonne stand im Süden (Abbildung 26).



Abbildung 25: Bild der Webcam Uetliberg am 20. April 2016 um 13:10 Uhr.

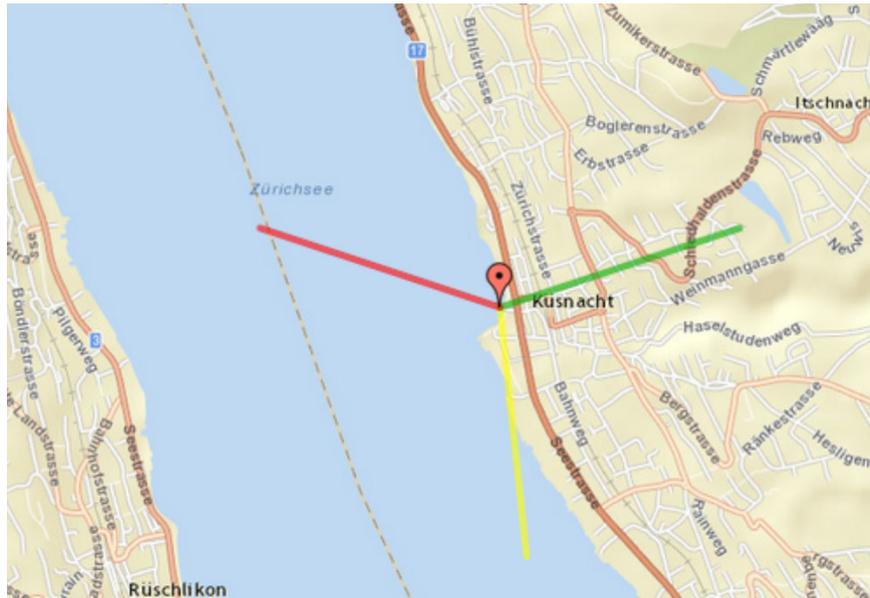


Abbildung 26: Darstellung Sonnenstand am 20. April 2016
(Quelle: NOAA Solar Calculator).
Grün: Sonnenlichteinfall Sonnenaufgang (06:28 Uhr).
Rot: Sonnenlichteinfall Sonnenuntergang (20:22 Uhr).
Gelb: Sonnenlichteinfall Ereigniszeit (13:10 Uhr).

1.11 Besondere Untersuchungen

1.11.1 Einsatz der Marex Antriebssteuerung in der Schweizer Binnenschifffahrt

Gemäss Auskunft des BAV werden in der Schweizer Binnenschifffahrt von verschiedenen Schifffahrtsgesellschaften Marex Antriebssteuerungen eingesetzt. So finden diese nebst der ZSG auch auf Schiffen der Schifffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV) AG, der Società Navigazione del Lago di Lugano SA (SNL), der Schweizerischen Schifffahrtsgesellschaft Untersee und Rhein AG sowie auf der Fähre Beckenried-Gersau Verwendung. Die auf dem MS Albis eingesetzte Marex Antriebssteuerung ist eine in der Schifffahrt gängige und häufig verwendete Motorensteuerung. Eine Zulassung durch das BAV ist nicht vorgesehen; es bestehen in den AB-SBV auch keine entsprechenden Zulassungsvorschriften für Motorensteuerungen. Die Marex Antriebssteuerung ist jedoch von der Schiffs-klassifikationsgesellschaft DNV-GL zertifiziert. Zum Zeitpunkt der Kollision war die Zertifizierung mit dem type approval certificate 44 087 – 06 HH vom 15. Dezember 2014 (gültig bis 23. Oktober 2016) bestätigt.

Vor dem Umbau des MS Albis mit der Marex Antriebssteuerung wurden bei der ZSG das MS Panta Rhei und das MS Limmat mit dieser Steuerung umgerüstet.

1.11.2 Ähnliche Vorfälle vor dem Ereignistag

Während den Untersuchungshandlungen konnten bei der ZSG mehrere bezüglich dem vorliegenden Fall ähnliche Vorkommnisse mit der Marex Antriebssteuerung eruiert werden, die sich vor dem 20. April 2016 ereigneten. Auch bei der Schifffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV) konnte ein vergleichbares Ereignis ermittelt werden.

1.11.2.1 Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft AG (ZSG)

Seit 1. Januar 2014 bis zum Ereignistag am 20. April 2016 ereigneten sich bei der ZSG mehrere Vorfälle im Zusammenhang mit der Steuerung von Motorschiffen. Bei der ZSG werden die Schiffsführer angehalten, allfällige Störungen und Auffälligkeiten mittels Schadensrapporten zu melden. So finden sich in den vorliegenden Unterlagen 21 dokumentierte Zwischenfälle (Anlage 2, Tabelle 1), denen eine Ausnahmesituation bezüglich Funktionalität der Marex Antriebssteuerung zu Grunde liegt (klemmende Fahrhebel, Störungsalarne, usw.).

Bei zwei Vorkommnissen (22. Mai 2014 MS Limmat, Rapport 2000182 bzw. 19. August 2014 MS Limmat, Rapport 2001432) offenbarten sich Ausfälle bzw. Störungen der Motorensteuerung, die mit dem vorliegenden Ereignis vergleichbar sind. Beide Störungen wurden durch Aventics analysiert, es konnten jedoch im Nachgang keine Fehlfunktionen der Steuerung festgestellt werden. Gemäss den vorliegenden Unterlagen wurden die anderen Fälle entweder nicht weiter abgeklärt oder es konnten bei den internen Untersuchungen keine technischen Fehlfunktionen festgestellt werden.

1.11.2.2 Schiffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV) AG

Am 4. Juli 2013 kam es auf dem MS Schwyz der Schiffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV) AG zu einem Fehler in der Marex Antriebssteuerung, der die Manövrierfähigkeit des Schiffes beeinträchtigte bzw. verunmöglichte. Bei der unternehmensinternen Untersuchung zusammen mit der Lieferfirma Dillier Energie AG wurden nebst einer lockeren Schraubenverbindung eine erhöhte Feuchtigkeit innerhalb der Fahrhebelkomponente im SB-Nockfahrstand festgestellt. Im Fehlerpeicher waren zudem Alarme festgehalten, die auf eine Störung am CAN-Bus, in der Stromversorgung sowie in der ID-Vergabe und dem Abgleich der Bedienstreifen hinwiesen. Die Lieferfirma gab die Empfehlung ab, durch eine geeignete Abdichtung der Systeme einen Wassereintritt und dadurch die aufgetretenen Fehler, die sich durch die Oxidation offenbart haben könnten, weitgehend zu verhindern. Nach einer Anpassung der Fehlerreaktion und den anschliessenden erfolgreichen Tests wurde das MS Schwyz wieder für einen Einsatz freigegeben.

1.11.3 Ähnliche Vorfälle nach dem Ereignistag

Am 13. September 2018 konnte auf dem MS Pfannenstiel der ZSG bei der Anfahrt an die Anlegestelle Kilchberg von Rüschlikon herkommend die Steuerung vom Hauptfahrstand auf den BB-Nockfahrstand auch nach mehreren Versuchen nicht übernommen werden. Das MS Pfannenstiel konnte aber rechtzeitig vom noch immer aktiven Hauptfahrstand aus in Richtung Steuerbord auf den offenen See gesteuert und angehalten werden, um eine Kollision mit dem Anlegesteg zu verhindern. Während den erfolglosen Übernahmeversuchen wurden keine optischen und akustischen Alarme ausgelöst. Nach dem Stillstand wurden alle Fahrstände erfolgreich getestet und die Fahrt konnte fortgesetzt werden.

Interne Untersuchungen der ZSG am Folgetag offenbarten keine Fehlfunktionen, allerdings konnte der Fehler vom 13. September 2018 nachgestellt werden. Die Übernahme des Fahrstandes war nicht möglich, wenn sich ein Fahrhebel (BB oder SB) zwischen der Rasterungen «neutral» und «1. Stufe vorwärts» bzw. zwischen «neutral» und «1. Stufe rückwärts» befand (siehe Kapitel 1.8.2.2). Die Firma Aventics bestätigte, dass eine Übernahme der Steuerung nicht möglich ist, wenn sich ein Fahrhebel in einem dieser erwähnten Bereiche befindet. Der Grund dafür liegt darin, dass für eine erfolgreiche Übernahme eine eindeutige Richtung (vorwärts/rückwärts ab erster Rasterung) oder die Neutralstellung Bedingung ist. Die

eindeutige Richtung wird erst ab der ersten Rasterung detektiert, der Bereich dazwischen wird nicht erkannt.

1.11.4 Nationale Ereignisdatenbank des BAV

In der Nationalen Ereignisdatenbank (NEDB) des BAV sind seit 12. Oktober 2001 105 Ereignisse (Auszug am 4. September 2020) zu Vorkommnissen in der Schweizer Binnenschifffahrt zu finden. 27 Ereignisse betreffen Ereignisse bei der ZSG.

Im Zeitraum vom 30. Januar 2014 bis zum Datum des Ereignisses wurden bei der ZSG 21 Vorfälle im Zusammenhang mit der Funktionalität der Marex Antriebssteuerung registriert (vgl. Kapitel 1.11.2.1). In der NEDB ist keiner dieser 21 Vorfälle der ZSG enthalten.

In der Checkliste «Indikationsliste für Ereignismeldung UVEK/BAV, gemäss Unfalluntersuchungsverordnung (VUU⁴)» zum Dokument «Notfall-Management ZSG» (V1.2 vom 1. April 2015) sind die Ereignisse aufgeführt, die telefonisch unverzüglich der SUST via Rega und innerhalb von 30 Tagen schriftlich dem BAV zu melden sind. Ein Ereignis «Steuerungsausfall» ohne Folgeschäden (Personen- oder Sachschaden) ist nicht als meldepflichtig aufgeführt.

Gemäss der VUU mussten der Meldestelle (Rega) unverzüglich Unfälle, schwere Vorfälle sowie angedrohte, vermutete oder ausgeführte Sabotage gemeldet werden. Alle Unternehmungen mussten dem BAV u. a. auch *aussergewöhnliche Ereignisse, die auf ein technisches Versagen von sicherheitsrelevanten Bauteilen, Sicherheitseinrichtungen oder auf mangel- oder fehlerhafte Sicherheitsmassnahmen zurückzuführen sind* (VUU Art. 9 Abs. 1c) gemeldet werden.

Mit Inkrafttreten der VSZV am 1. Februar 2015 mussten laut Art. 15 Abs. 1c *aussergewöhnliche Ereignisse (Ereignis, das auf ein technisches Versagen von sicherheitsrelevanten Anlagen oder auf mangel- oder fehlerhafte Sicherheitsmassnahmen oder auf sicherheitsrelevante menschliche Fehlhandlungen zurückzuführen ist* (VSZV Art. 4 Bst. h)) auch unverzüglich via Meldestelle der SUST gemeldet werden. Aus Sicht der SUST fallen Störungen der Antriebssteuerung unter diese Definition und sind somit meldepflichtig.

1.11.5 Aus- und Weiterbildung der Schiffsführer bei der ZSG

1.11.5.1 Allgemeines

Die Aus- und Weiterbildung der Schiffsführer erfolgt jeweils individuell durch die nautischen Kader der ZSG sowie durch Selbststudium der Schiffsführer. Dazu stehen Unterlagen wie z. B. das Dossier «Schiffsinstruktionen Typ Albis» (Ausgabe 03/15) zur Verfügung. Die Ausbildung baut auf die praktische Fahrausbildung und Erfahrung des Schiffsführers. Topologien der Anlegestellen, insbesondere die spezielle von Küsnacht, sind allen Schiffsführern bekannt. Für jede Anlegestelle gibt es eine Fixpunktliste, die auf jedem Schiff vorhanden ist. Seit Anfang 2015 existiert das «Reglement über die Ausbildung für den nautischen Dienst bei der Zürichsee Schifffahrtsgesellschaft» (Ausgabe vom 1. Januar 2015). Das Dokument enthält u. a. die Ausbildungsprogramme sowie das Prüfungsprogramm der periodischen Prüfungen für das nautische Personal der ZSG. Die Ausbildung des

⁴ VUU: Verordnung über die Meldung und die Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb öffentlicher Verkehrsmittel (Unfalluntersuchungsverordnung, VUU) vom 28. Juni 2000, Stand am 1. November 2011 und Aufgehoben per 1. Februar 2015 mit Inkrafttreten der VSZV.

Schiffsführers fand vor dem 1. Januar 2015 statt. Er wurde nicht nach diesem Reglement ausgebildet.

1.11.5.2 Sicherheitsrollenübungen

Entsprechend den Vorgaben der AB-SBV (zu Art. 46, Ziff. 3) hat die ZSG 13 Sicherheitsrollenübungen definiert. Diese sind in Form einer Checkliste mit Aufgaben, Zielen und Ablauf je Besatzungsgrösse schriftlich dokumentiert und auf jedem Schiff verfügbar. Eine Sicherheitsrollenübung ist mit «Ausfall der Steuereinrichtung» bezeichnet, wobei hier der Ausfall der Ruderanlage gemeint ist. In einem solchen Fall heisst es in der Handlungsanweisung für den Schiffsführer, das Schiff stilllegen, gegebenenfalls in Land Nähe den Befehl zum Ankern geben, über Funk bei der Seepolizei Hilfe herbeirufen, das Büro Fahrdienst sowie die Fahrgäste orientieren.

Ein Szenario «Störung / Ausfall der Motorensteuerung» besteht nicht. Bei einem Ausfall der Motorensteuerung ist die Ruderanlage nicht betroffen und der Schiffsführer muss gemäss bekannter Praxis als Priorität die Kursrichtung in Richtung sicheres Wasser ändern, um Unfälle zu verhindern.

Die Sicherheitsrollenübungen werden an jeder praktischen BAV Prüfung durch den BAV-Experten oder im Alltag durch den verantwortlichen Schiffsführer bei Dienstantritt im Briefing mit der Besatzung angekündigt. Daraufhin initialisiert und leitet der Schiffsführer die Übung. Während der Übung wird das theoretische Wissen der beteiligten Besatzungsmitglieder mündlich abgefragt und die praktischen Kenntnisse an den Gerätschaften überprüft. Die Resultate werden im Anschluss in einem Debriefing besprochen. Wenn die Übung erfolgreich absolviert wurde, erfolgt der Eintrag je Besatzungsmitglied in der elektronischen Datenbank durch den Schiffsführer. Die Überprüfung des Schiffsführers erfolgt in Selbstkontrolle und Selbsteintrag sowie anlässlich der praktischen BAV-Prüfung oder den periodischen Prüfungen. Zur Thematik «Fahrstandswechsel – Kommandoübernahme» machte das nautische Kader die Angabe, dass die Schiffsführer instruiert werden, einen Fahrstandswechsel «rechtzeitig» vorzunehmen.

1.11.5.3 Information und Schulung nach Änderungen

Nach Einbau der neuen Marex Antriebssteuerung im Jahr 2015 setzte die ZSG auf Eigenverantwortung und Selbstschulung der Schiffsführer, da zuvor andere Schiffe (MS Limmat und MS Panta Rhei) mit dieser Steuerung ausgerüstet wurden. Die Bedienungsanleitung wurde zur Verfügung gestellt. Eine Instruktion fand im Einzelfall und auf Anfrage von interessierten Schiffsführern statt. Der Schiffsführer, der am Ereignistag das MS Albis steuerte, beanspruchte dieses Angebot nicht.

Informationen über Änderungen, neue Erkenntnisse oder Anpassungen an den Systemen werden von der ZSG mit Aushängen «Tech-Info» verbreitet. Diese befinden sich an einem Anschlagbrett in der Werft sowie auf den Schiffen jeweils im Maschinenbuch und im Steuerhaus. In den Tech-Infos vom 20. März 2014, 17. März 2015, 21. Mai 2015 und 15. Juli 2015 finden sich Informationen über die Ruder- und Maschinenfernsteuerungen für Schiffe der Albis-Klasse. In der Tech-Info vom 21. Mai 2015 sind ausserdem explizit Informationen bezüglich klemmender Fahrhebel der Marex Antriebssteuerung und des Umgangs damit aufgeführt (Anlage 3, Abbildung 28).

1.11.5.4 Ausbildungs- und Prüfungsnachweis

Zu Weiterbildungen der nautischen Schiffscrow existieren schriftliche Berichte, wie diese abgeschlossen wurden. Die vorgelegten Berichte dokumentieren, dass der

Schiffsführer die Weiterbildungen und die jeweiligen Prüfungen vorbehaltlos bestanden hatte.

Betreffend den «Tech-Info» gibt es keine Nachweise, dass diese von der Schiffscrew gelesen und verstanden wurden. In der Decksordnung ist festgeschrieben, dass Tech-Infos vom Personal zu lesen sind.

1.11.6 Periodische Prüfung des Schiffsführers

Gemäss Ziff. 3.4.1 der AB-SBV zu Art. 45 SBV ist ein Schiffsführer mindestens alle fünf Jahre über die Dienstkenntnisse zu prüfen (periodische Prüfung). Gemäss Ziff. 3.4.2 der AB-SBV zu Art. 45 SBV können sich die periodischen Prüfungen auf praktische Beispiele beschränken. Die Kenntnisse über eingetretene Änderungen in den geltenden Vorschriften, Reglementen und Instruktionen sind zu prüfen.

Die ZSG legte für die periodische Prüfung einen praktischen und einen theoretischen Teil fest. Der Schiffsführer hatte anlässlich seiner letzten periodischen Prüfung am 5. Mai 2014 den praktischen Teil bestanden und den theoretischen Teil nicht bestanden. Die im Prüfprotokoll der ZSG festgehaltene Nachprüfung in den nicht bestandenen Themengebieten «Schifffahrtsrecht», «Gesetze, Verordnungen, Reglemente und Betriebsvorschriften» sowie «Verkehrsvorschriften» fand in den 23 Monaten bis zum Ereignistag am 20. April 2016 nicht statt.

Gemäss Ziff. 3.4.3 der AB-SBV zu Art. 45 SBV müssen nicht bestandene periodische Prüfungen vom Unternehmen unaufgefordert dem BAV gemeldet werden. Das BAV entscheidet nach Anhörung des betroffenen Schiffsführers und des Unternehmens über einen allfälligen Ausweisentzug.

Unabhängig vom Entscheid des BAV verlangt das Prüfungsverfahren nach Ziff. 3.3 der AB-SBV zu Art. 45 SBV eine Nachprüfung, die innerhalb von frühestens einem Monat und maximal zwölf Monaten durch die Ausbildungsverantwortlichen der Schifffahrtsunternehmung durchzuführen ist. Bei einer erfolgreichen Nachprüfung wird ein eingezogener Ausweis durch das BAV zurückgegeben.

Die ZSG hatte dem BAV nicht gemeldet, dass der Schiffsführer die periodische Prüfung vom 5. Mai 2014 nicht bestanden hatte. Der Schiffsführer wurde in seiner Funktion weiter uneingeschränkt eingesetzt.

1.11.7 Qualifikationen des Schiffsführers

In der Personalakte existieren keine schriftlichen Verweise, welche aufgrund seines Verhaltens oder sonstiger Vergehen ausgesprochen wurden. In den fünf Jahren vor dem Ereignis ist nur eine Qualifikation, in Form eines Zwischenzeugnisses, erstellt worden. In dieser sind keine Auffälligkeiten vermerkt.

1.11.8 Nachweisdokumente

Eine Zulassung von Schiffssteuerungen durch das BAV ist gemäss AB-SBV nicht vorgesehen, diese werden jedoch von der DNV-GL zertifiziert (Kapitel 1.11.1). Bei der Erstinbetriebnahme des Schiffes wird die gesamte Anlage durch das BAV geprüft, weitere Überprüfungen im Rahmen von periodischen Kontrollen durch das BAV erfolgen nicht. Das BAV verlangt gemäss seiner *Richtlinie des BAV zur Festlegung der periodischen Kontrolle und Prüfung von Fahrgastschiffen* vom 1. Juni 2011 unter anderem auch eine periodische Prüfung der Steueranlage und derer Fernsteuerung durch die Schifffahrtsgesellschaft. Mit dem Prüfbericht vom 22. März 2016 wurde die erfolgreiche Überprüfung der Schiffssteuerung des MS Albis durch die ZSG bestätigt.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Einleitung

Die auf dem MS Albis eingesetzte Marex Antriebssteuerung und Van der Velden Rudersteuerung sind vielfach in Gebrauch. Die Antriebssteuerung «Marex» ist zertifiziert.

Da auf der MS Albis keine Signale, wie z. B. das Bewegen und die Stellung der Fahrhebel und das Betätigen von Tasten sowie die Reaktion der Steuerung auf diese Befehle, aufgezeichnet werden, basiert die folgende Analyse auf den Feststellungen vor Ort, auf den nach dem Unfall durchgeführten Funktionsprüfungen, auf den Aussagen der Schiffscrew, GPS-Daten sowie Nachweisdokumenten.

2.1.2 Fehleraufzeichnung und Position der Fahrhebel

Am 20. April 2016 wurde ein Fehler in den Fehlerspeichern der backbord- und steuerbordseitigen MPC aufgezeichnet, der das Blockieren der Fahrhebel registriert, bzw. auf ein Problem bei der Kommandoübernahme des Fahrhebels im Backbord-Nockstand hinweist. Gemäss Aussage des Schiffsführers funktionierte die Kommandoübernahme des Fahrhebels auf dem Backbord-Nockfahrstand nicht.

Der Fehlereintrag «Fehler Geber St.bord 0300050» erfolgte um 13:08:57 Uhr resp. 13:08:59 Uhr, zu einem Zeitpunkt, zu dem das Schiff den GPS-Daten zu Folge noch fuhr. Es sei hier nochmals erwähnt, dass bei der Untersuchung festgestellt wurde, dass in der Systemkonfiguration eine Verwechslung zwischen den Kommandogebern Backbord und Steuerbord erfolgte. Somit ist der Fehlereintrag dem Fahrhebel Backbord zuzuordnen.

Das Schiff kollidierte mit grösster Wahrscheinlichkeit zwischen 13:09:01 Uhr und 13:09:04 Uhr mit dem Anlegesteg. D. h. 2-7 Sekunden nach dem Fehlereintrag «Fehler Geber St.bord 0300050». Dies lässt sich daraus ableiten, dass die letzte GPS-Position, als das Schiff mit 20.7 km/h unterwegs war, um 13:09:01 Uhr registriert wurde. Bei dieser Geschwindigkeit erfolgt alle 3 Sekunden eine Aufzeichnung.

Gemäss Systembeschreibung und durchgeführten Funktionsprüfungen wird ein Fehlereintrag «Fehler Geber» generiert, wenn ein Fahrhebel auf einem inaktiven Fahrstand während mindestens 18 Sekunden aus der Ist-Position wegbewegt und festgehalten wird. Somit wäre der Fahrhebel zwischen 13:08:39 Uhr und 13:08:41 Uhr aus der Ist-Position wegbewegt und dauernd festgehalten worden. Dies entspräche einer Fahrzeit zwischen 20 und 25 Sekunden bzw. einer Fahrdistanz zwischen 114 und 143 m (bei einer Geschwindigkeit von 20.5 km/h bzw. 5.7 m/s) bis zur Kollision mit dem Anlegesteg. Während der Zeitdauer von 18 Sekunden – bzw. einer Fahrdistanz von 103 m – hätten jedoch die Servomotoren in den Fahrhebeln viermal versucht, diese wieder in die Ist-Position des Fahrhebels im aktiven Fahrstand zurückzuführen. Diese Rückführversuche sind aufgrund eines Rüttelns der Fahrhebel merklich spürbar.

Kurz nach der Kreuzung mit dem MS Uetliberg befand sich das MS Albis in einer Distanz von 143 m zur Anlegestelle. Wäre zu diesem Zeitpunkt die Kommandoübernahme erfolgreich gewesen, wäre ein Anhalten ausgehend von der Geschwindigkeit von 20 km/h mit voller Bremsleistung möglich gewesen; bei einer Distanz von 114 m war eine Kollision nicht mehr zu verhindern.

Bei den Faktenaufnahmen der Untersuchungsorgane vor Ort waren das Bordnetz in Betrieb, die Antriebsmotoren abgestellt und alle Fahrhebel der drei Fahrstände in der neutralen Position. Werden die Motoren im Maschinenraum abgestellt, so werden alle Fahrhebel, bei denen kein Fehler ansteht, automatisch in die neutrale Position zurückgeführt. Dass nun auch der backbordseitige Fahrhebel, bei dem vor der Kollision ein Fehler registriert wurde, in der neutralen Position vorgefunden wurde, kann nur daraufhin deuten, dass kurz vor dem Abstellen die Fahrhebel auf dem backbordseitigen Nockfahrstand über die Neutralposition geführt wurden und somit der Fehler quittiert wurde.

Zum Zeitpunkt der Funktionsprüfungen hat die Antriebssteuerung bestimmungsgemäss funktioniert.

2.1.3 Ähnliche Vorfälle

Gemäss Kapitel 1.11.2 und 1.11.3 liessen sich mehrere ähnliche Ereignisse mit Marex Antriebssteuerungen vor und nach der Unglücksfahrt vom 20. April 2016 feststellen. Einzelne Störungsmeldungen wurden auf mögliche technische Ursachen hin analysiert, andere wiederum einer inkorrekten Bedienung zugeordnet. Diese Reaktionen lassen erkennen, dass die Vorfälle von der Schifffahrtsgesellschaft wohl zur Kenntnis genommen wurden und einzelne isolierte Abklärungen bezüglich möglicher Auslöser gemacht worden waren. Eine umfassende Untersuchung, die die diversen ähnlichen Vorkommnisse in einem Zusammenhang auf deren technische, betriebliche oder menschliche Ursachen hin überprüft hätte, fand jedoch nicht statt. Dies zeigt sich auch in Feststellungen zu mindestens zwei Meldungen, die vor dem Ereigniszeitpunkt stattfanden und das MS Albis sowie die Marex Antriebssteuerung betrafen. In keinem der Fälle fiel im Rahmen der technischen Abklärungen die Verwechslung der Kommandogeber von Steuerbord und Backbord in der Systemkonfiguration auf.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen früherer Ereignisse sowie des hier vorliegenden Unfalls können weder die Technik noch der Mensch als Ursache ausgeschlossen werden.

2.2 Organisatorische Aspekte

2.2.1 Aus- und Weiterbildung der Schiffsführer

Im Falle eines Systemausfalls kurz vor dem Anlegen oder während des Anlege- manövers müssen durch korrektes Verhalten rasch die richtigen Massnahmen eingeleitet werden. Dies ist nur möglich, wenn entsprechende Prozeduren vorhanden, geschult und geübt werden. Bei der ZSG werden in der praktischen Ausbildung und später jährlich mindestens dreimal mittels Sicherheitsrollenübungen ein Ausfall der Steuereinrichtung, der Rudersteuerung, jedoch nicht der Ausfall der Motorensteuerung, trainiert. Ausser bei der praktischen Führerprüfung und bei der periodischen Prüfung wurden beim Schiffsführer das Beherrschen der ihn betreffenden Sicherheitsrollenübungen, so u. a. der Ausfall der Rudersteuerung, nie durch eine andere Person überprüft. Den Vollzug betreffend Absolvieren der Sicherheitsrollenübungen wurde durch den jeweiligen Schiffsführer in der elektronischen Datenbank der ZSG sowohl für seine Schiffscrew als auch für sich zurückgemeldet. Die ZSG setzte auf Eigenverantwortung.

Die Erfahrung der Schiffsführer wirkt sich auf die Bewältigungskompetenz eines Ereignisses aus. Werden Schiffsführer in ihrer Laufbahn aber nie oder nur sehr selten mit ernststen Vorfällen konfrontiert, die zum Aufbau des Erfahrungsschatzes dienen können, spielt die Sensibilisierung auf Schulungsebene mit praktischen

Trainingssequenzen eine umso wichtigere Rolle. Umfasst die Sensibilisierung nicht alle wesentlichen kritischen Situationen, können die Schiffsführer kein Risikobewusstsein für diese entwickeln.

Die der SUST vorliegenden Ausbildungsnachweise dokumentieren, dass der Schiffsführer die Umschulungen auf neue Schiffe bestanden hatte und diese sicher und sorgfältig führen kann. Die Personalakte ist makellos. Allerdings ist die nicht bestandene Prüfung in der Akte nicht dokumentiert.

2.2.2 Technische Mitteilungen

Änderungen, Anpassungen und Erläuterungen zu technischen oder administrativen Veränderungen werden von der Schifffahrtsgesellschaft mit Aushängen von Tech-Infos verbreitet. Die ZSG setzt dabei auf die Eigenverantwortung der Schiffsführer. Eine Kontrolle, ob deren Inhalt von den betroffenen Mitarbeitern gelesen, verstanden und umgesetzt wird erfolgt nicht.

2.2.3 Periodische Prüfung des Schiffsführers

Am 5. Mai 2014 absolvierte der Schiffsführer seine obligatorische periodische Prüfung. Der praktische Teil wurde als erfüllt bewertet. Bei dem vom Unternehmen verlangten theoretischen Teil erlangte er die zum Bestehen der Prüfung erforderliche Punktzahl nicht. Eine Nachprüfung hat nicht stattgefunden. Die vorgeschriebene unaufgeforderte Meldung durch die ZSG an das BAV über die nicht bestandene periodische Prüfung des Schiffsführers erfolgte nicht. Daher konnte das BAV seine vorgesehene Aufgabe und Rolle als Aufsichtsbehörde nicht wahrnehmen. Die periodische Prüfung verlor damit die qualitäts- oder kompetenzsichernde Wirkung.

Die nichtbestandene Prüfung hatte für den Schiffsführer keinerlei Auswirkung, er wurde vom Unternehmen weiterhin in seiner Funktion eingesetzt. Es wäre sicherheitsbewusst gewesen, wenn die ZSG den Schiffsführer in seiner angestammten Funktion nicht mehr eingesetzt hätte, bis das BAV über Massnahmen entschieden hätte.

2.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

2.3.1 Anlegestelle

Die geographische Lage der Station Küsnacht mit dem südlich gelegenen Küsnachter Horn lässt die Anlegestelle bei einer Anfahrt aus nördlicher Richtung buchtförmig erscheinen. Bei einem Abbruch des Anlegemanövers wird eine allfällige Fluchtfahrt auf den offenen See in südliche Richtung durch das Küsnachter Horn erschwert bzw. je nach Geschwindigkeit und dem Abstand zum Ufer des anfahrenen Schiffes verunmöglicht. Eine vorausschauende und an die geographische Lage angepasste Routen- und Geschwindigkeitswahl vor und während des Anlegemanövers kann bei einem Ausfall der Systeme oder einer Fehlbedienung durch das Schaffen von räumlichen und zeitlichen Reserven zur Minderung einer Gefahrensituation entscheidend sein. Im Zusammenhang mit dem Fahrplan, bei dem innerhalb von drei Minuten zwei Kursschiffe in entgegengesetzter Richtung in Küsnacht anlegen, kann ein Zeitdruck und eine höhere Risikobereitschaft entstehen, den Fahrplan möglichst einzuhalten.

Der SUST liegen keine Vorgaben der ZSG an ihre Schiffsführer vor, die Geschwindigkeit und Anfahrwinkel in Abhängigkeit von Wittereinflüssen und Distanz zum

Anlegesteg oder Sicherheitsmargen bei der Übernahme eines Fahrstandes beschreiben. Solche Vorgaben könnten als Grundlage für die Aus- und Weiterbildung dienen und Einfluss auf das Risikobewusstsein nehmen und das Spannungsfeld Sicherheit – Pünktlichkeit thematisieren.

2.3.2 Anfahrt an den Anlegesteg

Die Anfahrt an den Anlegesteg am 20. April 2016 gegen 13:00 Uhr konnte aufgrund der aufgezeichneten GPS-Daten nachvollzogen werden. Um die Fahrweise etwas einordnen zu können, wurden zusätzlich weitere acht Anfahrten auch von anderen Schiffsführern mit Schiffen der Albis-Klasse am 19. und 20. April 2020 ausgewertet.

Die Auswertung der neun GPS-Aufzeichnungen zeigt Folgendes:

- Der seitliche Versatz zwischen dem nördlichsten und südlichsten fahrenden Schiff rund 600 m vor dem Anlegesteg beträgt rund 130 m. Die Ereignisfahrt führte tendenziell weiter vom Ufer weg (Abbildung 23, Fahrten 5, 7, 9).
- Bezüglich Geschwindigkeitsverlauf ist zu beobachten, dass es bei der Mehrzahl von Anfahrten erforderlich war, die Geschwindigkeit in einer grösseren Distanz zum Anlegesteg zu reduzieren und danach wieder zu beschleunigen. In diesem Fall musste das Gegenschiff den Anlegesteg zuerst frei geben. Unter 120 m vor dem Anlegesteg wiesen alle Schiffe den ungefähr gleichen Geschwindigkeitsverlauf auf. Die Ereignisfahrt zeigt tendenziell eine höhere Geschwindigkeit als Vergleichsfahrten (Abbildung 23, Fahrten 3, 5, 7). Grundsätzlich scheint aber, dass der Geschwindigkeitsverlauf üblich war.
- Verglichen mit den übrigen Geschwindigkeitsverläufen zeigt die Ereignisfahrt (Abbildung 23, Fahrt 9) bis ca. 240 m vor dem Anlegesteg keine Auffälligkeiten.
- Ca. 215 m vor der Anlegestelle nimmt die Beschleunigung leicht ab. Daraus lässt sich schliessen, dass die Fahrhebel (im noch aktiven Hauptfahrstand) leicht zurückgenommen wurden oder die Geschwindigkeitsreduktion durch das Legen des Ruders und damit durch die Richtungsänderung des Schiffes verursacht wurde. Belegen lässt sich dies nicht, da die Bewegungen der Fahrhebel oder des Ruders nicht aufgezeichnet werden.
- Unter 200 m wird ersichtlich, dass die erforderliche Geschwindigkeitsreduktion nicht erfolgte und bis 125 m vor dem Anlegesteg sogar noch eine Geschwindigkeitszunahme stattfand. Dies passt zu den berichteten und erwähnten Problemen mit der Kommandoübernahme.
- Der leichte Rückgang der Geschwindigkeit, 125-20 m vor dem Anlegesteg, kurz vor der Kollision (Abbildung 23, Fahrt 9) ist möglicherweise auf die Kurskorrektur des Schiffsführers zurückzuführen, die er nach dem Erkennen der Notsituation eingeleitet hatte, um das Schiff kontrolliert mit dem Anlegesteg kollidieren zu lassen.
- Aufgrund der in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Topologie der Anlegestelle waren 200 m vor dem Anlegesteg Geschwindigkeit und Anfahrtswinkel für den Fall eines Versagens der Steuerung ungünstig, da das Schiff eine zunehmende und hohe Geschwindigkeit hatte und sich kurz vor dem Anlegesteg in einer sackgassenartigen Position befand. Zum Wegdrehen hätte das Schiff einen grösseren Abstand zur Anlegestelle und zum Ufer benötigt. Für ein Abbremsen hätten 125 m allenfalls noch knapp gereicht (Kapitel 1.8.2.1).

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die kleine Anzahl von neun Anfahrten nicht für die Beurteilung der individuellen Fahrverhalten verwendet werden darf.

2.3.3 Kommandoübernahme

Um eine Aussage betreffend Zeitpunkt der Kommandoübernahme machen zu können, werden die Verzögerungseigenschaft des MS Albis, die GPS-Aufzeichnungen des MS Albis und des MS Uetliberg (Abbildung 21 und Abbildung 24), die Fehleraufzeichnung der Fahrhebel (Kapitel 2.1.2) sowie der vom Schiffsführer erinnerte Ablauf miteinander in Verbindung gebracht und analysiert:

- Der Bremsweg aus der Maximalgeschwindigkeit von 23.5 km/h beträgt ohne äussere Störeinflüsse 127.2 m.
- Der Schiffsführer bediente das MS Albis bis ca. 200 m vor dem Anlegesteg im Hauptfahrstand; er konnte die Geschwindigkeit reduzieren und wieder erhöhen.
- Ca. 150 m vor dem Anlegesteg kreuzte das MS Albis das MS Uetliberg (Abbildung 21). Bei diesem Manöver grüssten sich die beiden Schiffsführer vom backbordseitigen Nockfahrstand aus. Sie hatten sich gegrüsst, bevor die Schiffe auf gleicher Höhe waren. Somit war die Distanz zum Anlegesteg grösser als 150 m. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das MS Albis immer noch in der Beschleunigungsphase und war schneller als Schiffe bei vergleichbaren Anfahrten. Der Hauptfahrstand war immer noch aktiv.
- Der Schiffsführer leitete auf dem backbordseitigen Nockfahrstand die Kommandoübernahme ein. Ein erster und zweiter Versuch sei erfolglos verlaufen. Danach sei er nochmals in den Hauptfahrstand gegangen. Da die Bedienungen nicht aufgezeichnet werden, sind die Manipulationen und Zeitverhältnisse nicht dokumentiert.
- Aufgrund der Berechnung, dass die Kollision höchstwahrscheinlich 2-7 Sekunden nach dem Fehlereintrag «Fehler Geber St.bord» erfolgt sein musste (Kapitel 2.1.2), kann gefolgert werden, dass
 - die Fahrhebel in einer Distanz zwischen 143 m und 114 m vor dem Anlegesteg während 18 s dauerhaft blockiert waren, und
 - das Schiff nach dem Fehlereintrag bis zur Kollision noch zwischen 11 m und 40 m zurücklegte.
- Erfahrungsgemäss dauert eine Kommandoübernahme zwischen Anfordern und Quittieren ca. 2 Sekunden. In dieser Zeit würde das Schiff bei einer Geschwindigkeit von 20.5 km/h eine Distanz von 11.4 m zurücklegen.

Die obigen Resultate lassen den Schluss zu, dass

- bei erfolgreicher, erstmaliger Kommandoübernahme und Einsatz der maximalen Bremsleistung es zu keiner Kollision gekommen wäre;
- ein dauerhaftes Blockieren der Fahrhebel durch den Schiffsführer nicht möglich war, da er gemäss seinen Angaben nach den zwei erfolglosen Übernahmeversuchen nochmals in den Hauptfahrstand wechselte;
- die gewählte Fahrweise im Zusammenhang mit den Zeit- / Wegverhältnissen keine Reserven hinsichtlich Störungen beinhaltet;
- in der Zeit, in der ein Schiffsführer einen Fahrstandswechsel beginnt, bis zur Erlangung der Steuerhoheit je nach Situation eine Gefährdung bestehen kann.

2.3.4 Ereignismeldungen

In der NEDB ist keiner der vor dem Ereignis eingetretenen 21 Vorfälle der ZSG zu Problemen mit Schiffssteuerungen erfasst. Solche hätten gem. VUU (Stand 1. November 2011) dem BAV und gem. VSZV ab 1. Februar 2015 auch der SUST gemeldet werden müssen. Dass Probleme mit Schiffssteuerungen nicht gemeldet wurden, lässt auf eine Fehleinschätzung bei der Bewertung des entsprechenden Risikos schliessen. Dadurch hatte das BAV keine Kenntnis über die Häufung der Probleme mit dieser Steuerung und konnte nicht Einfluss auf Verbesserungen nehmen.

Wie in Kapitel 2.3.3 erwähnt, birgt eine Störung während der Steuerungsübernahme eine Gefährdung. Meldungen über nicht erfolgreiche Steuerungsübernahmen resp. über Probleme oder Störungen mit der Marex-Antriebssteuerung sind unter diesem Aspekt als sicherheitskritisch anzusehen.

2.4 Menschliche Aspekte

2.4.1 Qualifikation des Schiffsführers

Der Schiffsführer fuhr über Jahre unfallfrei und zuverlässig mit den ihm zugeteilten Schiffen auf dem Zürichsee. Alle Weiterbildungen und deren Prüfungen hatte er anstandslos bestanden. Seine Qualifikationen gaben, bis auf den nicht bestandenen theoretischen Teil der periodischen Prüfung im Jahre 2014, keinen Anlass für Beanstandungen. Die ZSG dokumentierte zwar nicht, ob die periodische Prüfung aus ihrer Sicht als bestanden anzusehen war. Allerdings wurde durch die ZSG eine Nachprüfung angeordnet, weshalb davon auszugehen ist, dass die Prüfung insgesamt als nicht bestanden einzustufen war. Eine Meldung der nicht bestandenen Prüfung an das BAV erfolgte nicht. Dies führte dazu, dass das BAV nicht über einen Entzug des Ausweises entscheiden konnte.

2.4.2 Empfinden in Stresssituationen

Versuche haben gezeigt, dass die Fehlermeldung generiert wird, wenn der Fahrhebel 18 s dauernd blockiert wird. Ob die Fehlermeldung generiert wird, ohne dass der Fahrhebel dauernd blockiert wird, konnte nicht nachgewiesen werden. Wenn der Fahrhebel blockiert wird, versuchen die Servomotoren die Fahrhebel zurückzuführen, was bemerkt werden sollte. Es kann jedoch sein, dass in einer Stresssituation solche Rückführungsversuche nicht bemerkt werden. Weil die Ansteuerung der Servomotoren nicht aufgezeichnet wird, kann nicht abschliessend beurteilt werden, ob die Fahrhebel aus der Ist-Position wegbewegt wurden und die Servomotoren eine entsprechende Rückführung herbeizuführen versuchten.

2.4.3 Fahrstandswechsel – Kommandoübernahme

Gemäss Aussagen des Schiffsführers fuhr er bei den ersten beiden Rundfahrten die Anlegestellen bevorzugt aus dem Hauptfahrstand an. Als bei der dritten Rundfahrt die Anlegestelle Küsnacht noch vom Gegenkurs, dem MS Uetliberg, besetzt war, befand er sich auch noch im Hauptfahrstand und beschleunigte beim Freiwerden der Anlegestelle. Die Gepflogenheit, dass sich Schiffsführer bei Kreuzungen vom Nockfahrstand aus grüssen, fiel mit dem Zeitpunkt zusammen, zu welchem der Schiffsführer auf dem Nockfahrstand die Kommandoübernahme der Fahrhebel hätte übernehmen müssen. Der Schiffsführer mass dem Grüssen und der Pünktlichkeit eine hohe Bedeutung zu und ein mögliches Problem bei der Steuerungsübernahme und den damit verbundenen Risiken war nicht in seinem Bewusstsein.

2.4.4 Vertrauen in die Technik

Die Akzeptanz der valablen und häufig gewählten Fahrtaktik der Schiffsführer zur Anlegestelle in Küsnacht, wenig ausgeprägte Sicherheitsvorgaben betreffend Fahrmanöver bei anspruchsvollen Anfahrten, das Fehlen einer Sicherheitsrolle «Störung / Ausfall der Motorensteuerung sowie das Bewusstsein der engen Fahrplangestaltung zeugt bei der ZSG von einer Kultur mit durchgehend hohem Vertrauen in die Technik und Systeme. Die Begrenztheit des menschlichen Leistungsvermögens und mögliche Probleme bei der Steuerungsübernahme und die damit verbundenen Risiken wurden nicht oder ungenügend in Betracht gezogen.

2.5 Unfallhergang

Die vorhandenen, gesicherten Daten und Untersuchungen lassen den nachfolgend beschriebenen Unfallhergang herleiten:

Bei der Annäherung an die Station Küsnacht war die Anlegestelle durch das MS Uetliberg besetzt, weshalb der Schiffsführer die Geschwindigkeit und den Anfahrtswinkel änderte, um Distanz für das Kreuzen mit dem MS Uetliberg zu schaffen. Die Windböen aus Richtung Nord-Nordost unterstützen dieses Vorhaben noch zusätzlich. Nach Freiwerden der Anlegestelle beschleunigte der Schiffsführer das MS Albis im Hauptfahrstand in der Überzeugung, verspätet zu sein. Auf halber Wegstrecke (ca. 150 m vor dem Anlegesteg) kreuzte er das MS Uetliberg und ging dazu zum Grüssen und zur Übernahme des Fahrstands auf den backbordseitigen Nockfahrstand. Anschliessend leitete er die Kommandoübernahme ein, die misslang. Beim Versuch, im Hauptfahrstand an die Fahrhebel zu gelangen, beurteilte er die Situation dahingehend, dass er die Hebel nicht rechtzeitig erreichen und bedienen könne und somit eine Kollision nicht mehr zu vermeiden sei. So entschied sich der Schiffsführer, die auf dem Anlegesteg wartenden Personen vom Nockfahrstand aus zu warnen und das Schiff bewusst zwischen Steg und Prellpfahl zu steuern.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Die Antriebssteuerung ist zertifiziert und ist vielfach in Gebrauch.
- Es gibt keine Aufzeichnungen zu Betätigungen oder Zuständen von Fahrhebeln oder Tasten.
- Die beim Zeitpunkt der Kollision vorgefundenen Fehlerzustände konnten bei den technischen Nachkontrollen und Tests jeweils mehrfach gezielt und nachvollziehbar manuell provoziert werden. Die Resultate entsprachen den Erwartungen und dem Systembeschrieb. Die Systeme funktionierten fehlerfrei.
- Im dokumentierten Zeitraum traten vor und nach der Kollision mehrmals ähnliche Schwierigkeiten bei der Übernahme der Steuerung auf den Nockfahrständen auf. Bei den Fällen vor dem 20. April 2016 konnten die Ursachen jeweils nicht abschliessend und nachhaltig festgestellt werden. Der Vorfall vom 13. September 2018 (Kapitel 1.11.3) konnte schlüssig geklärt werden.
- Es gab einen Fehler in der Systemkonfiguration der Fahrhebel, der jedoch keine Auswirkung auf die Funktionalität oder das Ereignis hatte.

3.1.2 Organisatorische Aspekte

- Ein Szenario «Störung / Ausfall der Motorensteuerung» existierte nicht, was dem Schiffsführer keine Gelegenheit bot, das Notfallprozedere zu trainieren und sich intuitive Automatismen anzueignen. Das hätte voraussichtlich dazu geführt, dass die Fahrstandwechsel eher frühzeitig durchgeführt werden, insbesondere in topologisch kritischen Fällen wie Künsnacht.
- Nach dem nicht bestandenem theoretischen Teil der periodischen Prüfung wurde der betroffene Schiffsführer weder nachgeschult, noch wurde er innerhalb der vorgeschriebenen Frist nachgeprüft. Die vorgeschriebene Meldung durch das Unternehmen an das BAV erfolgte nicht. Der Schiffsführer wurde während 23 Monaten uneingeschränkt weiter eingesetzt, ohne dass das Unternehmen oder der Schiffsführer intervenierten.
- Der ZSG fehlte ein nachvollzieh- und überprüfbares Konzept und Monitoring, wie Beteiligte sicherheitsrelevante Informationen zeitnah austauschen und bei ihrem Handeln berücksichtigen (umsetzen). Die Veröffentlichung und Ablage von wichtigen Tech-Infos, Handlungsanweisungen und Schadenrapporten (inkl. deren Erkenntnisse) an diversen Orten und über verschiedene Wege, führt dazu, dass eine Kontrolle, ob alle Adressaten die Informationen und Anweisungen erhalten und verstanden haben, erschwert ist. Im vorliegenden Fall verneint der Schiffsführer z. B. Kenntnisse über relevante Schadensrapporte. Die ZSG setzt auf Eigenverantwortung.

3.1.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

- Die topologische Gegebenheit der Anlegestelle sowie der zeitliche Abstand von drei Minuten für das Anlegen zweier Kursschiffe aus entgegengesetzten Richtungen stellen erhöhte Anforderungen an den Ablauf einer Anfahrt.
- Die Kommandoübernahme auf dem Nockfahrstand leitete der Schiffsführer mit ca. 150 m Distanz zur Anlegestelle und bei ca. 20 km/h Fahrgeschwindigkeit ein. Bei erfolgreicher Übernahme wäre ein sicheres Anlegen möglich gewesen.
- Die starke Beschleunigung des Schiffes kurz vor dem Anlegemanöver, der steile Anfahrtswinkel Richtung Anlegesteg und der späte Wechsel auf den Nockfahrstand liessen dem Schiffsführer keine Chance, bei der misslungenen Kommandoübernahme adäquat zu reagieren und das Schiff mit der vorhandenen Steuerungskonfiguration und des schwierigen topologischen Uferverlaufs auf den offenen See zu leiten. Die gewählte Fahrweise beinhaltete keine Reserve hinsichtlich einer Störung.
- Von der ZSG wurde keiner der 21 Vorfälle im Zusammenhang mit Problemen mit Schiffssteuerungen dem BAV gemeldet.

3.1.4 Menschliche Aspekte

- Der Schiffsführer galt als sehr erfahren und verlässlich.
- Der Schiffsführer zeigte mit seinem offensiven Fahrverhalten bei der Anfahrt an den Anlegesteg ein hohes Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Technik und einen hohen Willen zum Einhalten des Fahrplans, jedoch ein wenig ausgeprägtes Sicherheitsbewusstsein.
- Der Schiffsführer verhinderte mit seiner bewussten Entscheidung, das Schiff zwischen Steg und Prellpfähle zu lenken, einen noch grösseren Schaden.

3.2 Ursachen

Die Kollision des MS Albis mit dem Anlegesteg in Küsnacht vom 20. April 2016 ist darauf zurück zu führen, dass die Übernahme des Fahrkommandos auf den backbordseitigen Nockfahrstand nicht gelang.

Aufgrund der für die Unfallabklärung fehlenden Aufzeichnungen wichtiger Parameter konnte nicht abschliessend geklärt werden, ob rein technische oder rein menschliche Faktoren ursächlich waren.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Ungünstige Entscheidungen und Priorisierungen hinsichtlich
 - des Zeitpunktes für den Wechsel vom Haupt- auf den Nockfahrstand für die Kommandoübernahme, was wenig Reserve für Unvorhergesehenes beinhaltete;
 - des starken Beschleunigens kurz vor dem Anlegemanöver vom Hauptfahrstand aus in Anbetracht der Distanz und des Anfahrtswinkels zum Anlegesteg sowie der gegebenen Topologie.
- Ein mangelndes Training bezüglich möglicher Systemausfälle.

- Ungünstige bzw. fehlende Vorgaben und Kontrollen, resp. Monitoring im Unternehmen hinsichtlich
 - Verfahren, Konzepte und Schulungen, die die Sensibilisierung auf Systemausfälle und einzuleitende Notfallprozeduren beinhalten und den Schiffsführern Gelegenheit bieten, sich mit diesen für das sichere Führen von Fahrgastschiffen wichtigen Themen wiederholt auseinander zu setzen;
 - Umsetzung von Erkenntnissen aus sicherheitsrelevanten Meldungen.

Damit verbunden wurden folgende Risiken identifiziert:

- Die Grenzen der technischen Verfügbarkeit der Steuerung werden in den vorhandenen Betriebsprozessen nur ungenügend berücksichtigt.
- Es besteht kein Szenario «Störung / Ausfall der Motorensteuerung».
- Daten, die für die Analyse von Ursachen und eine nachhaltige Verbesserung des Systems notwendig sind, werden nicht erhoben.
- Die ZSG verfügt über kein Konzept zur Entwicklung und zum Monitoring eines Sicherheitsmanagementsystems. Das Unternehmen stellt insbesondere nicht sicher, dass alle zur sicheren Führung der Schiffe gewonnenen Erkenntnisse von den Schiffsführern gelesen, verstanden und entsprechende Handlungsanweisungen angewendet werden.
- Sicherheitsrelevante und meldepflichtige Vorkommnisse werden aufgrund nicht aktualisierter Anweisungen der ZSG nicht an das BAV gemeldet. Dieses kann somit die für die Sicherheit im System wichtige Aufsichtsfunktion nicht vollumfänglich wahrnehmen.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161), bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.

Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Sicherheit im öffentlichen Verkehr anzustreben.

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Datenaufzeichnung

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Für die Untersuchung standen die Aufzeichnung des Fahrweges im GPS sowie Aufzeichnungen im Fehlerspeicher der Antriebssteuerung zur Verfügung. Jedoch fehlten wichtige Aufzeichnungen zu Betätigung oder Zuständen von Fahrhebeln, Tasten oder Ruderausschlägen. Antriebe (Motoren und Ruder) werden heute mit elektronischen Steuerungen angesteuert und überwacht. Dadurch sollte es möglich sein, die relevanten Signale elektronisch aufzuzeichnen und zu speichern. Sie würden für eine Fehler- oder Unfallanalyse zur Verfügung stehen und Systeme könnten so verbessert werden.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 164

Das BAV sollte prüfen, ob für Schiffssteuerungen von Fahrgastschiffen ein Datenaufzeichnungssystem vorgeschrieben werden soll, in dem relevante Signale aufgezeichnet und gespeichert werden.

4.1.2 Konzept zur Entwicklung eines Sicherheitsmanagementsystems

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Sicherheitsrelevante Informationen werden erfasst und über diverse Kanäle verteilt. Allerdings werden diese nicht konsequent auf mögliche Risiken untersucht und diese bewertet. So werden z.B. technische Informationen an Anschlagkästen publiziert, Schadensrapporte mit wichtigen Erkenntnissen und Handlungsanweisungen in Ordnern auf den Schiffen hinterlegt. Eine Kontrolle, ob die Schiffsführer die für sie wichtigen und elementaren Informationen erhalten, verstehen und anwenden, wird nicht vorgenommen und der individuelle Kenntnisstand kann nicht nachvollzogen werden. Ein frühzeitiges Erkennen der Defizite und eine gezielte Korrektur sind dadurch nicht möglich.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 165

Das BAV sollte dafür sorgen, dass Schifffahrtsunternehmen verpflichtet werden, ein Sicherheitsmanagementsystem zu entwickeln und umzusetzen. Dieses sollte u. a. sicherstellen, dass mögliche Risiken erkannt, erfasst, bewertet sowie der Handlungsbedarf definiert und Korrekturen initiiert werden. Dabei sollen insbesondere die Erfassung, Verteilung und Wirkungskontrolle von sicherheitsrelevanten Informationen berücksichtigt werden.

4.1.3 Ausbildung und periodische Überprüfung von Notfallprozeduren

4.1.3.1 Sicherheitsdefizit

Dem Schiffsführer fehlte es beim Anlegemanöver an Vorgaben, Erfahrung und Risikobewusstsein betreffend möglichen Systemausfällen. Die Wahl der Geschwindigkeit, des Anfahrwinkels und die späte Übernahme des Kommandos auf dem Nockfahrstand offenbarten das volle Vertrauen in die Technik und in die eigene Fahr- und Bedienkompetenz. Die Untersuchung zeigte auch das Spannungsfeld zwischen Fahrplaneinhaltung und Sicherheit auf. Beim Ausfall eines Systems oder einer unerwarteten Reaktion blieb so keine Zeit für die Einleitung einer angemessenen Prozedur, um eine Kollision zu verhindern.

4.1.3.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 166

Das BAV sollte die Schifffahrtsunternehmen verpflichten, Ausbildungskonzepte zu erstellen, in denen Sensibilisierungen und adäquate Notfallprozeduren für sicherheitskritische Systemausfälle und Unregelmässigkeiten vorgesehen, geschult und überprüft werden. Ebenso sollten die Schiffsführer Gelegenheit erhalten, die Verfahren periodisch zu trainieren, damit diese im Eintretensfall intuitiv angewendet werden.

4.2 Sicherheitshinweise

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.

4.2.1 Gewichtung von Sicherheit vor Fahrplan

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Die Fahrplangestaltung legt unter Umständen (z. B. bei entsprechenden Gegebenheiten wie der Anlegestelle Küsnacht) den Schiffsführern die Wahl eines riskanteren Anfahrtsmusters nahe, wenn fahrplanmässig zwischen dem Anlegen zweier sich kreuzender Schiffe an einer Anlegestelle lediglich wenige Minuten eingeplant sind.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 27

Zielgruppe: Schifffahrtsunternehmen

Die Schifffahrtsunternehmen sollten ihre Fahrplangestaltung systematisch auf Risiken, die aus Zeitdruck, Topologie oder Begegnung von Schiffen entstehen können, untersuchen und Massnahmen zur Senkung der Risiken umsetzen.

4.3 Seit der Kollision getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

- Die ZSG hat das BAV nicht vorschriftsgemäss über den Stand der periodischen Prüfungen der Schiffsführer informiert. Gemäss BAV ist dieser Missstand inzwischen behoben und eine lückenlose Information seitens ZSG gegenüber dem BAV institutionalisiert.
- Folgende Massnahmen wurden bei der ZSG umgesetzt:
 - Am 6. April 2017 trat bei der ZSG das Ausbildungs- und Prüfungsreglement in Kraft.
 - Die periodische Prüfung wurde institutionalisiert. Alle Prüfungen werden detailliert dokumentiert und protokolliert.
 - Es erfolgen unangekündigte Fahrstandskontrollen, Mitfahrten sowie Informationsveranstaltungen (Kapitänsrunde, Sensibilisierungen).
 - Das Notfallkonzept wurde angepasst.
 - Der Verwaltungsrat führte eine Administrativuntersuchung durch.
- Am 29. Mai 2020 hat das BAV mit dem Rundschreiben Nr. 28 alle eidgenössisch konzessionierten Schifffahrtsunternehmen daran erinnert, dass alle Unfälle oder aussergewöhnlichen Ereignisse im Zusammenhang mit Schiffen, Infrastrukturanlagen oder Personen der SUST und dem BAV zu melden sind.

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) genehmigt (Art. 10 Bst. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 7. September 2021

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1

Beschreibung «Fehler Geber St.bord 0300050»

Im Service-Handbuch (REXROTH R419300594/08.2012) wird die Meldung «Fehler Geber St.bord, 0300050» als eine externe mechanische Blockierung des Fahrhebels beschrieben.

Fehler Geber XXXXXXXX	YY00050						
Fehlerzustand: Alarm Alarm-Light (Aktiver Fahrstand) Warnung (Passiver Fahrstand) Angabe Fahrstand: Bruecke (XXXXXXXX) Steuerbord Backbord Peildeck Achtern MKR CAN-ID des Gerätes (YY)	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">Beschreibung</td> <td>Beim Kommandogebler Typ 230 mit Hebelgleichlauf kann der Motor den Hebel nicht in die gewünschte Position bewegen, da der Hebel mechanisch blockiert ist.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Auswirkungen</td> <td>Der passive Kommandogebler Typ 230 folgt dem aktiven Kommandogebler nicht mehr. Beim Einhebelbetrieb geht die Funktion „Synchronisation“ in „Synchronisation Standby“ über.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Fehlerbeseitigung</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Beseitigen Sie die Blockierung des Hebels und bringen Sie den Hebel in die Position des aktiven Fahrstandes. ▶ Liegt keine äußere Blockierung vor, müssen Sie das Gerät austauschen. </td> </tr> </table>	Beschreibung	Beim Kommandogebler Typ 230 mit Hebelgleichlauf kann der Motor den Hebel nicht in die gewünschte Position bewegen, da der Hebel mechanisch blockiert ist.	Auswirkungen	Der passive Kommandogebler Typ 230 folgt dem aktiven Kommandogebler nicht mehr. Beim Einhebelbetrieb geht die Funktion „Synchronisation“ in „Synchronisation Standby“ über.	Fehlerbeseitigung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Beseitigen Sie die Blockierung des Hebels und bringen Sie den Hebel in die Position des aktiven Fahrstandes. ▶ Liegt keine äußere Blockierung vor, müssen Sie das Gerät austauschen.
Beschreibung	Beim Kommandogebler Typ 230 mit Hebelgleichlauf kann der Motor den Hebel nicht in die gewünschte Position bewegen, da der Hebel mechanisch blockiert ist.						
Auswirkungen	Der passive Kommandogebler Typ 230 folgt dem aktiven Kommandogebler nicht mehr. Beim Einhebelbetrieb geht die Funktion „Synchronisation“ in „Synchronisation Standby“ über.						
Fehlerbeseitigung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Beseitigen Sie die Blockierung des Hebels und bringen Sie den Hebel in die Position des aktiven Fahrstandes. ▶ Liegt keine äußere Blockierung vor, müssen Sie das Gerät austauschen. 						

Abbildung 27: Auszug Service-Handbuch (REXROTH R419300594/08.2012)

Dieser Fehler kann auftreten, sobald

- ein passiver Fahrhebel (in einem inaktiven Fahrstand) einen Positionsänderungsbefehl eines aktiven Fahrhebels erhält, diese neue Position jedoch aufgrund einer Blockierung (manuell oder mechanisch) nicht erreicht werden kann, oder
- ein passiver Fahrhebel manuell aus der aktuellen Position (die durch den Fahrhebel des aktiven Fahrstandes bestimmt wird) bewegt wird. In diesem Fall versucht der im Fahrhebel integrierte Servomotor, den passiven Fahrhebel wieder in die richtige Position zu bringen, was bei einer Berührung der Hebel mit der Hand durch die verursachten haptischen Reize stark spürbar ist. Nach dem vierten erfolglosen Versuch (nach 16 bis 20 Sekunden) verbleibt der passive Fahrhebel in der falschen Position und die obgenannte Fehlermeldung wird abgesetzt.

Anlage 2

Zusammenstellung der relevanten Fehlerrapporte

Ereignisdatum	Ereignis	Erkenntnis
30.01.2014 MS Pantarhei	Bei Einfahrt in die Werft kuppelte die BB-Maschine vorwärts nicht ein.	Defekte Magnetspule.
06.04.2014 MS Helvetia	Akustische Warnung bei Übernahme des BB-Nockfahrstandes defekt.	Bei zu schnellem Drücken der Übernahmetaste ertönt Warnton nicht.
06.05.2014 MS Uetliberg	Nach der Fahrstandübernahme können die Fahrhebel nicht richtig bewegt werden.	Keine Fehlfunktion der Hardware, Änderungen an Übernahmeparameter in der Software am 05.06.2014 durchgeführt, Test i. O.
07.05.2014 MS Helvetia	Akustische Warnung bei Übernahme des BB-Nockfahrstandes defekt.	Keine Fehler festgestellt
09.05.2014 MS Uetliberg	SB-Fahrhebel klemmt beim Zurücknehmen im Hauptfahrstand.	Siehe Ereignis vom 06.05.2014.
21.05.2014 MS Uetliberg	SB-Fahrhebel klemmt im Hauptfahrstand und im BB-Nockfahrstand.	Siehe Ereignisse vom 06.05.2014 / 09.05.2014.
22.05.2014 MS Limmat	SB-Nockfahrstand: Verlangsamung der Fahrt i. O., jedoch kein Einkuppeln zur Rückwärtsfahrt möglich und daher keine Bremswirkung vorhanden. Nach Übernahme im Hauptfahrstand alles wieder i. O.	Fahrhebel ausgetauscht, gemäss Aventics keine Fehlfunktion erkennbar.
20.06.2014 MS Limmat	Kaum hörbares Akustiksignal bei der Übernahme des SB-Nockfahrstandes.	Alles i. O.
01.07.2014 MS Helvetia	Beim Maschinenstart «Engine Speed»-Alarm. Nach Reset war der SB-Nockfahrstand ohne Funktion (kein Einkuppeln vorwärts / rückwärts). Nach Neustart alles i. O.	Keine Fehler festgestellt.
19.08.2014 MS Limmat	Bei der Anfahrt an Anlegestelle funktionierte das Kommando «rückwärts» auf dem BB-Nockfahrstand nicht. Getriebe kuppelte nicht ein und Drehzahl erhöhte sich nicht.	Keine Fehler festgestellt. Parameter-Änderungen im WarmUp-Modus durch Aventics, Test i. O.
18.12.2014 MS Zimmerberg	Zweimaliger Alarm Fahrhebel (BB und SB). Automatischer Störungsreset bei ausgekuppelten Fahrhebel. Keine Funktionsprobleme.	Keine weiteren Untersuchungen durchgeführt.
22.03.2015 MS Pfannenstiel	Bei Dienstantritt diverse Alarmer REXROTH BB, Kupplung kann erst nach mehreren Versuchen eingekuppelt werden.	Überprüfung durch Aventics, alle Funktionen fehlerfrei.

Ereignisdatum	Ereignis	Erkenntnis
04.04.2015 MS Pfannenstiel	Diverse Fehlermeldungen, Kupplung muss dreimal gedrückt werden, bis sie hält.	Druckschalter justiert und Öl nachgefüllt, Test i. O.
15.04.2015 MS Uetliberg	Sämtliche Fahrhebelbewegungen BB zeitverzögert, diverse Fehlermeldungen.	Keine Fehler festgestellt, vorsorglich Kraftstofffilter ersetzt und Drehzahlreglereinstellungen geschärft.
19.04.2015 MS Uetliberg	BB-Verstellung nur mit Notpumpe.	Fehlerhafte Klemmenbrücke ersetzt.
24.04.2015 MS Albis	SB-Fahrhebel klemmt massiv. Zudem optischer Alarm, obwohl Fahrhebel nicht bewegt werden.	Kein Fehlerprotokoll vorhanden, Hinweise zur korrekten Bedienung erteilt.
01.05.2015 MS Panta Rhei	Bei Übernahme des SB-Nockfahrstandes mehrmals Störungsalarm, Funktion normal.	Keine Fehler festgestellt.
18.05.2015 MS Albis	Beide Fahrhebel im Hauptfahrstand klemmen oder sind locker. Zudem leuchtet der Alarm regelmässig auf.	Neubefestigung des Fahrhebels, Hinweise zur korrekten Bedienung erteilt. Überlastsicherung des Motors lösten Alarm aus → Alarmwerte erhöht.
09.07.2015 MS Uetliberg	Warnlampe BB und SB, keine Fehler und Funktion normal.	Defekter Temperatursensor ersetzt.
21.08.2015 MS Helvetia	Beim Zurückziehen der Fahrhebel auf dem BB-Nockfahrstand bleiben die Fahrhebel im SB-Nockfahrstand hängen.	Neusynchronisation der Fahrhebel, Test i. O.
01.01.2016 MS Zimmerberg	Bei Anfahrt Alarm auf SB-Fahrhebel, ohne dass die Fahrhebel berührt worden sind. Drehzahl zusammengefallen.	Gemäss Aventics könnte ein Potentiometer verschliffen sein. Material ersetzt.
13.09.2018 MS Pfannenstiel	Bei der Anfahrt an die Anlegestelle Kilchberg konnte die Steuerung vom Haupt- auf den BB-Nockfahrstand auch nach mehreren Versuchen nicht übernommen werden.	(siehe Kapitel 1.11.3)

Tabelle 1: Zusammenstellung der relevanten Fehlerrapporte. Rot markiert sind ähnlich dem Ereignis vom 20. April 2016 gemeldete Vorkommnisse.

Anlage 3

Tech-Info vom 21. Mai 2015

Tech-Info

Donnerstag, 21. Mai 2015

Schiffe mit Rexrothsteuerungen

Fahrhebel Rexroth

-Immer wieder wurde rapportiert, dass sich die Fahrhebel gegen eine Verstellung „wehren“. Der Grund liegt darin, dass sich die Kupplung in den nachfahrenden Hebel nach der Verstellung nicht löst. Werden diese Hebel jetzt übernommen und entgegen der davor ausgeführten Verstellung bewegt, sperrt die Kupplung. Dies kann verhindert werden, indem ein neu übernommener Hebel erst leicht in die davor ausgeführte Richtung bewegt wird, dabei löst sich die Kupplung und der Hebel kann frei bewegt werden.

-Ebenfalls wurde rapportiert, dass sich die Hebel unterschiedlich streng bedienen lassen. Diese Hemmung wird durch eine Kugel verursacht, welche über eine Schiene läuft. Daher fällt die Bedienkraft, bedingt durch die Fertigungstoleranzen, unterschiedlich aus und kann nicht eingestellt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich dies noch „einläuft“

**Zürichsee Schifffahrt
Betrieb**

Aushang bis: 21.06.2015

Abbildung 28: Tech-Info vom 21. Mai 2015.