

Aus dem Institut für Rechtsmedizin  
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. H. - J. Kaatsch)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**BEEINTRÄCHTIGUNG DER SICHERHEIT  
IM SCHIFFSVERKEHR  
DURCH ALKOHOLEINFLUSS**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von  
**MARK THOME**  
aus Stade

Kiel 2009

1. Berichtstatter:	Prof. Dr. Dr. Kaatsch
2. Berichtstatter:	Priv.-Doz. Dr. Strenge
Tag der mündlichen Prüfung:	28. September 2009
Zum Druck genehmigt, Kiel, den	28. September 2009

gez.: Prof. Dr. Lucius  
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

*Meiner Frau Julia  
und  
meiner Familie  
gewidmet*

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	1
1.1 Rechtsgrundlagen	2
1.2 Zielsetzung	4
<b>2. Methodik</b>	5
2.1 Auswahl der Probanden	6
2.2 Versuchsablauf	7
2.3 Der Simulator	8
2.4 Eigenschiff und simulierte Szenarien	9
2.4.1 Nüchternfahrt und Anforderungsprofil an den Schiffslenker	9
2.4.2 Alkoholbelastete Fahrt und Anforderungsprofil an den Schiffslenker	10
2.5 Alkoholaufnahme	11
2.6 Alkoholmessung	12
2.6.1 Indirekte Blutalkoholkonzentrationsbestimmung	12
2.6.2 Direkte Blutalkoholkonzentrationsbestimmung	13
2.7 Beurteilung und Bewertung der nautischen Leistungen	13
2.8 Messung von Konzentrationsfähigkeit und Vigilanz	14
2.9 Ophthalmologische Messungen	15
2.10 Weitere Messungen	15
<b>3. Ergebnisse</b>	16
3.1 Alter, Körpergröße und Körpergewicht	16
3.2 Erfahrung in der Seeschifffahrt	17
3.3 Trinkgewohnheiten	17
3.4 Alkoholaufnahme	18
3.4.1 Alkoholmenge und Trinkmenge	18
3.4.2 Blutalkoholkonzentrationen und Symptome nach Alkoholaufnahme	19

3.5	Benotung der nautischen Leistungen und Einfluss des Alkohols	21
3.6	Ergebnisse der Messung von Konzentrationsfähigkeit und Vigilanz	26
3.7	Ergebnisse der ophthalmologischen Messungen	29
3.8	Ergebnisse der Aufzeichnung der Kreislaufparameter	29
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>38</b>
<b>7.</b>	<b>Anhang</b>	<b>42</b>
7.1	Merkblatt für Teilnehmer der Studie Alkohol im Schiffsverkehr	42
7.2	Einverständniserklärung	44
7.3	Fragebogen: Biographische und medizinische Daten	45
7.4	Schiffssimulator SUSAN und Darstellung des Seegebietes	47
7.5	Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei NF (Szenarium eastbound)	48
7.6	Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei AF (Szenarium westbound)	50
7.7	Protokoll: Bewertung der Schiffsführung nach Kriterien	52
	<b>Danksagung</b>	<b>53</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>54</b>

## Glossarium

A	:	Ethanolmenge (in Gramm)
Abb.	:	Abbildung
ADH	:	Alkoholdehydrogenase
AF	:	Alkoholbelastete Fahrt
Alkohol	:	sinngleich Ethanol
BAK	:	Blutalkoholkonzentration (in ‰)
Bb	:	Backbord (in Fahrtrichtung betrachtet, die linke Seite eines Schiffes)
CFF	:	Kritischen Flimmerfrequenz (in Hertz)
ETA	:	Estimated time of arrival (voraussichtliche Ankunftszeit)
Fa.	:	Firma
GPS	:	Global Positioning System (satellitengestütztes System zur weltweiten Positionsbestimmung)
Hz	:	Hertz (1/Min.)
KVR	:	Kollisionsverhütungsregeln
NF	:	Nüchternfahrt
p	:	Körpergewicht (in Kg)
P	:	Proband (gefolgt von Nummer)
r	:	Widmarkfaktor
SeeSchStrO	:	SeeSchiffahrtsstraßen-Ordnung
Sb	:	Steuerbord (in Fahrtrichtung betrachtet, die rechte Seite eines Schiffes)
Tab.	:	Tabelle

## 1. Einleitung

Das Vorkommen von Alkohol in der Schifffahrt kann über Jahrhunderte zurückverfolgt werden. Uralt ist der Mythos von den saufenden Seeleuten. Schon Homer ließ seinen Seefahrer Odysseus reichlich trinken und sprach in seinen Epen an vielen Stellen nicht von ungefähr vom "weinfarbenen Meer".

"What shall we do with the drunken sailor?" heißt eines der wohl bekanntesten Seemannslieder. Es besingt in vielen Strophen die Möglichkeiten, einen betrunkenen Matrosen wieder zu ernüchtern.

Es gibt viele Faktoren, die für das vermehrte Trinken von alkoholischen Getränken an Bord verantwortlich sind. Während es damals hauptsächlich schlechte Lebensverhältnisse auf den Schiffen, niedrige Temperaturen und fehlendes gutes Trinkwasser waren, so sind heute meist die schlechten sozialen Bedingungen der Seefahrt mit langen Abwesenheiten von der Heimat, einem gesteigerten Verkehrsaufkommen und damit verbundenem Termindruck und Stress Grund für den Alkoholkonsum. Chochinov (1998), Glover et al. (1995), Logan et al. (1999), Seifert (1997) und Smith et al. (2001) berichteten, dass Alkoholkonsum in einer signifikant hohen Zahl von bis zu 30 - 40% für Unfälle auf See verantwortlich zu sein scheint.

Die Frage des Alkoholeinflusses in der Schifffahrt ist bereits des Öfteren erörtert worden. Erstmals untersuchten Naeve und Klages (1974) eine größere Gruppe von möglichen Trunkenheitsfällen im Schiffsverkehr. Dabei konzentrierten sich die Autoren auf Trunkenheitsfälle im Hamburger Raum in den Jahren 1961 bis 1973 und beschrieben die Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit durch Alkoholkonsum.

Demzufolge seien schon nach geringem Alkoholgenuss Fähigkeiten wie Aufmerksamkeit, Konzentration, Umstellungsfähigkeit, Geschicklichkeit und Reaktionszeit betroffen. Sie forderten vom Gesetzgeber die möglichst baldige Einführung eines Blutalkohol-Grenzwertes von damals 1,3 ‰ Blutalkoholkonzentration (BAK), ab der ein alkoholisiertes Schiffsführer wegen Trunkenheit im Verkehr bestraft werde. Sie erwähnten aber auch, dass dies ein Kompromiss sei. Aus medizinischer Sicht dürfe das Steuern eines Schiffes nur im alkoholfreien Zustand erfolgen.

Im darauffolgenden Jahr ergänzten Janssen und Naeve (1975) diese Studie noch um weitere Trunkenheitsfälle. Es folgten Arbeiten von, Helmer und Peters (1976), Naeve (1976), Janssen (1981), Penttilä et al. (1983) und Janssen und Mätzsch (1987).

Die bislang vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungen mündeten aber nicht in der juristischen Festlegung eines Grenzwertes für die absolute Fahruntüchtigkeit am Ruder, ab dem das Führen eines Schiffes als Straftat verfolgt wird.

## 1.1 Rechtsgrundlagen

Bei Fällen von Trunkenheitsfahrten auf dem Wasser wurde bislang von Fall zu Fall entschieden, ob ein alkoholisierter Schiffsführer noch fahrtüchtig war oder nicht.

Für den Straßenverkehr ist eine vergleichbare Situation eindeutig geregelt. Hier wird zwischen Straftat (Verstoß gegen das Strafgesetzbuch) und Ordnungswidrigkeit (Verstoß gegen eine Verwaltungsvorschrift, z.B. Straßenverkehrsgesetz, StVG) differenziert.

Wer gemäß § 316 Strafgesetzbuch (StGB) im Verkehr ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen, begeht eine Straftat und wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft (Regelstrafe beim Ersttäter etwa 1 Monatsgehalt, Entzug der Fahrerlaubnis für ca. 1 Jahr, Eintrag in das Bundeszentralregister als Vorstrafe).

Tathandlung ist hier das Führen eines Fahrzeuges im Zustand der rauschbedingten Fahruntüchtigkeit.

Die **absolute** Fahruntüchtigkeit liegt bei allen Kraftfahrern ab einer BAK von 1,1 ‰ oder mehr vor (ständige Rechtsprechung, vgl. BGH 37, 89). Eine **relative** Fahruntüchtigkeit besteht, wenn eine BAK unter dem absoluten Grenzwert von 1,1 ‰ festgestellt ist und weitere Umstände erweisen, dass der Alkoholenuss zur Fahruntüchtigkeit geführt hat (vgl. BGH 31, 44). Solche Umstände können in der Person des Täters liegen, wobei äußerlich erkennbare Ausfallerscheinungen (z.B. Torkeln) grundsätzlich auf Fahruntüchtigkeit schließen lassen. Dies muss aber erst positiv festgestellt werden.

Dagegen handelt lediglich ordnungswidrig, wer nach § 24a StVG im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug führt, obwohl er 0,25 mg/l oder mehr Alkohol in der Atemluft oder 0,5 ‰ oder mehr Alkohol im Blut oder eine Alkoholmenge im Körper hat, die zu einer



solchen Atem- oder Blutalkoholkonzentration führt. Dies führt zur Verhängung einer Geldbuße, bei Ersttätern 250 €, und zur Anordnung eines Fahrverbots (1 Monat).

Die Differenzierung zwischen einem Straftatbestand und einer Ordnungswidrigkeit hängt demnach von der Höhe des BAK-Wertes und eventuell vorhandener Ausfallerscheinungen ab.

Während nach höchstrichterlicher Rechtsprechung die absolute Fahruntüchtigkeit für alle Kraftfahrer im Straßenverkehr ab 1,1 ‰ vorliegt, ist für den Schiffsverkehr ein absoluter Grenzwert bis heute noch nicht anerkannt. So wurde eine alkoholbedingte Fahruntüchtigkeit jedenfalls dann angenommen, wenn ein Schiffsführer zur Tatzeit mindestens 2,5 ‰ (KG Berlin, VRS 72, 111), 1,92 ‰ (OLG Schleswig, SchlHA 87, 107) oder 1,7 ‰ (OLG Köln, NJW 90, 847) Alkohol im Blut hatte. Das Hanseatische Oberlandesgericht nahm 1995 immerhin einen Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit für einen Mitsegler von 1,6 bis 2,0 ‰ an (Urteil OLG Hamburg vom 21.11.95). Die Strafrichter gingen offensichtlich davon aus, dass auf See die Anforderungen an den Schiffsführer geringer als im Straßenverkehr seien und man deswegen unbeschadet mit höherer Alkoholisierung unterwegs sein dürfe, ohne mit einer Verurteilung als Straftäter rechnen zu müssen.

Allerdings gibt es Regelungen im Ordnungswidrigkeitenrecht.

Gemäß § 3 Abs. 3 Satz 1 SeeSchStrO gilt als grundsätzliches Verhalten für den Schiffsverkehr, dass, wer infolge körperlicher oder geistiger Mängel oder des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel in der sicheren Führung eines Fahrzeuges oder in der sicheren Ausübung einer anderen Tätigkeit des Brücken-, Decks- oder Maschinendienstes behindert ist, ein Fahrzeug nicht führen oder als Mitglied der Schiffsbesatzung eine andere Tätigkeit des Brücken-, Decks- oder Maschinendienstes nicht ausüben darf.

Wer gemäß § 3 Abs. 4 Satz 1 SeeSchStrO 0,25 mg/l oder mehr Alkohol in der Atemluft oder 0,5 Promille oder mehr Alkohol im Blut oder eine Alkoholmenge im Körper hat, die zu einer solchen Atem- oder Blutalkoholkonzentration führt, darf ein Fahrzeug nicht führen oder als Mitglied der Schiffsbesatzung eine andere Tätigkeit des Brücken-, Decks- oder Maschinendienstes nicht ausüben.

Gemäß § 61 Abs. 1 Nr. 1 SeeSchStrO handelt ordnungswidrig, wer vorsätzlich oder fahrlässig gegen eine Vorschrift des § 3 Abs. 3 über die Grundregeln für das

Verhalten im Verkehr verstößt oder entgegen § 3 Abs. 4 ein Fahrzeug führt, obwohl er in der sicheren Führung des Fahrzeuges behindert ist, weil er 0,5 ‰ oder mehr Alkohol im Blut hat.

Somit kann anhand der §§ 3 Abs. 4, 61 Abs. 1 Nr. 1 lediglich eine Ordnungswidrigkeit festgestellt werden, was dann - vergleichbar mit Parkverstößen oder Geschwindigkeitsüberschreitungen - zu einer Geldbuße führt. Eine Straftat wird dabei nicht festgestellt, es erfolgt auch keine Eintragung im Strafregister (Führungszeugnis). Eine speziell für die Schifffahrt bestehende absolute Fahruntüchtigkeitsgrenze wie im Straßenverkehr gibt es nicht.

Da es bei Trunkenheitsfahrten im Schiffsverkehr um keine „Bagatellen“ oder „Kavaliersdelikte“ geht, sollte als angemessene Sanktion ein Verstoß gegen ein Strafgesetz (§ 316 StGB, Trunkenheit im Verkehr) standardisiert von der Rechtsprechung angewendet werden. Dazu wäre es erforderlich, dass für Schiffsführer der Grenzwert von 1,1 ‰ BAK als gesicherter Erkenntniswert für eine absolute Fahruntüchtigkeit i.S.d. § 316 StGB feststeht.

## **1.2 Zielsetzung**

Aktuelle Statistiken der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung belegen, dass die Zahl der Seeunfälle in den letzten Jahren stetig zugenommen hat, wobei proportional dazu auch die Zahl der Verfahren gegen unfallverursachende Schiffsklenker im Vollrausch anstieg.

Erst innerhalb der letzten Jahre und nach weiteren Schiffsunglücken (u. a. Pallas, ENA II) unter Alkoholeinfluss, welche z. T. verheerende Folgen für Mensch und Umwelt hatten, kam erneut Bewegung in den Prozess. Insbesondere nach dem Tankerunglück der ENA II im Hamburger Hafen im Juni 2004, wobei fast 960.000 Liter Schwefelsäure ausgelaufen waren, weil der Kapitän mit 2,5 ‰ ein anderes Schiff rammte, wurde eine Hamburger Gesetzesinitiative im Bundestag eingereicht, um ein Alkoholverbot für Schiffskapitäne auf deutschen Gewässern zu erwirken.

Ein allgemeiner, gesetzlich festgelegter Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit für einen Straftatbestand fehlt jedoch weiterhin.

Ziel unserer Untersuchungen war das Erarbeiten eines umfangreichen Datenmaterials zur Frage der Beeinträchtigung von Teilnehmern am Schiffsverkehr durch Alkoholeinfluss bei ca. 1,0 ‰ sowie die Erarbeitung von Vorschlägen für einen Grenzwert für die absolute Untüchtigkeit zum Führen eines Wasserfahrzeuges im Sinne einer strafbaren Handlung nach § 316 StGB.

## **2. Methodik**

Um den Einfluss von Alkohol auf die Sicherheit im Schiffsverkehr unter möglichst realitätsnahen Bedingungen untersuchen zu können, wurde ein Trinkversuch in einem Schiffssimulator durchgeführt. Dabei bestand der Versuchsaufbau im Wesentlichen aus zwei jeweils 45 Minuten dauernden Fahrten in dem Simulator, wobei die erste Fahrt in nüchternem Zustand, die zweite Fahrt nach Alkoholaufnahme stattfand. Die erbrachten seemännischen Leistungen der teilnehmenden Probanden wurden vor und nach Alkoholaufnahme beobachtet, nach verschiedenen Kriterien unterteilt und miteinander verglichen.

Zusätzlich wurden psychomotorische und ophthalmologische Tests sowie die kontinuierliche Aufzeichnung der Herzfrequenz vorgenommen, um Auswirkungen des Alkohols auf das visuelle System, auf die Vigilanz und das vegetative Nervensystem zu dokumentieren. Weitere Auffälligkeiten des Verhaltens wurden festgehalten.

Neben dem Institut für Rechtsmedizin nahmen an dem interdisziplinär ausgelegten Versuch noch Kollegen der Klinik für Ophthalmologie und der Klinik für Kardiologie der Medizinischen Universitätsklinik im Uniklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel teil.

Die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel hat der Durchführung dieses Versuches zugestimmt. Alle Versuchsteilnehmer erhielten bereits vor Versuchsbeginn Informationen zum Studiendesign und gaben eine schriftliche Einverständniserklärung ab.

## 2.1 Auswahl der Probanden

Der experimentelle Teil des Versuches wurde in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Hamburg, Bereich Nautik in Hamburg durchgeführt.

Auf Nachfrage bei ortsansässigen Reedereien konnten 21 Kapitäne, welche sich zum überwiegenden Teil gerade im Urlaub befanden, ausgewählt werden. Sie wurden vorab durch ein Merkblatt (siehe Anhang 7.1) über den Versuchsinhalt, sowie in einem persönlichen Gespräch unmittelbar vor Versuchsbeginn über die Untersuchungen aufgeklärt. Danach stellten sich alle Versuchspersonen freiwillig zur Verfügung.

Alle Kapitäne verfügten über Erfahrung in der Seeschifffahrt. Im Rahmen der Aus- oder Weiterbildung zum nautischen Offizier oder Kapitän hatten alle Versuchsteilnehmer bereits Erfahrungen mit dem für den Versuch ausgewählten Schiffssimulator machen können.

Es wurden anamnestische Daten zur körperlichen Verfassung erfragt sowie nichtinvasive ärztliche, augenärztliche und testpsychologische Untersuchungen durchgeführt, wonach alle Probanden gesund waren. Ebenfalls wurden die Trinkgewohnheiten dokumentiert.

Ausschlusskriterien waren jegliche Form von Alkoholproblematik (wie z. B. Alkoholmissbrauch oder Alkoholunverträglichkeit), Erkrankungen an Leber, Magen, Darm oder Herzkreislaufsystem; Probanden mit einer völligen Alkoholabstinenz wurden ebenfalls nicht zugelassen.

Alle Probanden mussten eine mindestens 20-stündige Alkoholkarenz vor dem Versuch einhalten. Eine Atemalkoholprüfung wurde zu Versuchsbeginn durchgeführt. Während des Versuches wurden pro Proband drei Blutproben zur Blutalkoholbestimmung entnommen.

Bis zehn Stunden nach Versuchsende durften die Versuchsteilnehmer nicht am Straßenverkehr teilzunehmen.

Alle erhobenen Daten wurden anonymisiert ausgewertet.

## 2.2 Versuchsablauf

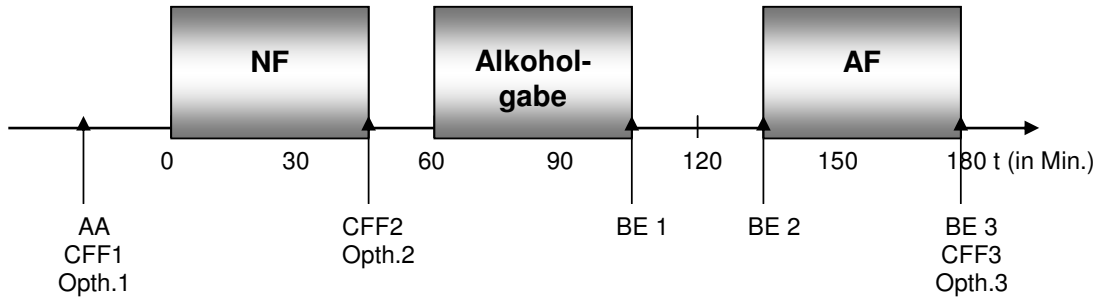
Die 21 Probanden wurden auf insgesamt sieben Tage nach zufälligem Muster verteilt. An einem Tag konnte jeweils eine aus drei Probanden bestehende Gruppe den Versuchsteil durchlaufen und dabei zeitversetzt die Fahrten im Simulator absolvieren.

Abbildung 1 zeigt schematisch den zeitlichen Tagesablauf eines Probanden. Nach einem Treffen am Morgen und der Einweisung in den Versuchsablauf fanden die Überprüfung auf Nüchternheit per Atemalkohol sowie die ärztlichen Untersuchungen statt. Diese bestanden aus kurzer körperlicher Untersuchung, Erfassung ophthalmologischer Parameter (Visus, Binokularfunktion, Farbsehen und Akkommodationsbreite) sowie der ersten Messung von Konzentrationsfähigkeit und Vigilanz mithilfe der kritischen Flimmerfrequenz (CFF). Diese Werte dienten als Ausgangswerte und wurden jeweils nach der Nüchternfahrt (NF) und der alkoholbelasteten Fahrt (AF) wiederholt.

Zur kurzen Eingewöhnung in die Bedienung der Brückeninstrumente konnte sich jeder Proband vor Start des eigentlichen Versuches einen kurzen Überblick verschaffen und Fragen stellen.

Nach Anlage eines mobilen Gerätes zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Herzfrequenz und Blutdruck begann der Versuch mit der Nüchternfahrt (NF). Während dieser Fahrt wurden, wie unten weiter beschrieben, verschiedene Leistungen vom Schiffslenker abverlangt und dokumentiert. Nach 45 Minuten wurde die Fahrt vom Instruktorpersonal des Schiffssimulators, welches aus Mitgliedern der Fachhochschule Hamburg, Bereich Nautik bestand, beendet. Die mobilen Geräte wurden abgenommen und der Proband absolvierte eine zweite Reihe an ophthalmologischen und testpsychologischen Untersuchungen. 15 Minuten nach Ende der NF begann der Proband mit der Alkoholaufnahme, welche nachfolgend unter Kapitel 2.5 beschrieben wird. Hierfür hatte jeder Proband exakt 45 Minuten Zeit.

Direkt nach Trinkende wurde eine erste Blutentnahme (BE) durchgeführt. 30 Minuten später wurden erneut die mobilen Geräte zur Aufzeichnung von Herzfrequenz und Blutdruck angelegt und es erfolgte eine zweite BE. Dann fuhr der Proband den alkoholbelasteten Versuchsteil, welcher ebenfalls 45 Minuten dauerte. Sofort nach Versuchsende wurde BE 3 entnommen und der Proband musste die dritte Reihe an ophthalmologischen und testpsychologischen Untersuchungen bearbeiten.



**Abb. 1**

Abb. 1. stellt graphisch den zeitlichen Tagesablauf eines Probanden dar (AA: Atemalkoholmessung; BE1-3: Blutentnahmen; CFF1-3: Vigilanztests; Opth.: Ophthalmologische Messungen; t: Kumulative Zeit in Minuten).

### 2.3 Der Simulator

Die Versuche fanden in einem 1982 für das Institut für Schiffsbetrieb, Seeverkehr und Simulation (ISSUS) der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg erbauten Schiffssimulator statt. Dieser Simulator, SUSAN (Schiffsführungs- und Simulationsanlage) genannt, gehört zu den weltweit technisch hochwertigsten Anlagen ihrer Art (siehe Skizze unter 7.4 im Anhang).

Der Simulator besteht aus einem in allen drei Ebenen hydraulisch bewegbaren vollausgestatteten 7,6 m x 7,6 m großen Brückenhaus. Über einen Echtzeit-Bildgenerator werden 7,68 Millionen Bildpunkte 25 mal pro Sekunde berechnet und über 16 Großbildprojektoren auf eine 360°-Rundum-Leinwand projiziert. Der Simulator wurde speziell für küstennahe Landschaften und für die detaillierte Darstellung von Häfen konfiguriert, wie sie zur Aus- und Weiterbildung von Nautik-Studenten, Lotsen und Kapitänen benötigt wird.

Außer dem Eigenschiff, welches vom Schiffsführer von der Brücke aus gesteuert wird, können andere Schiffe mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Kursen, verschiedene Tageszeiten mit Sichtbehinderungen wie z. B. Nebel sowie Wind und Wellengang simuliert werden. Das nautische Bedienerpersonal des Simulators ist in der Lage, verschiedene maritime Bedingungen und Szenarien zu entwickeln.

## **2.4 Eigenschiff und simulierte Szenarien**

Die für diesen Versuch entworfenen Szenarien beziehen sich auf ein Containerschiff (Länge: 210 m, Breite: 32,2 m, Verdrängung: 32.000 t) auf Fahrt durch die Deutsche Bucht bei normalem Verkehrsaufkommen mit Berufs- und Freizeitschiffahrt.

Es wurden zwei unterschiedliche Szenarien so erstellt, dass zunächst eher gewöhnliche Routinemanöver, im weiteren Verlauf der jeweils 45 Minuten dauernden Fahrt immer schwierigere Aufgaben auf den Probanden zukamen. Die nautischen Anforderungen an den Schiffslenker waren bei beiden Fahrten vergleichbar hoch.

Der zu steuernde Kurs der ersten Fahrt im nüchternen Zustand (NF) führte nach Osten, der Kurs der alkoholbelasteten Fahrt (AF) nach Westen.

Jeder Proband war im Rahmen seiner nautischen Ausbildung bereits in dem Schiffssimulator gefahren und konnte sich zu Versuchsbeginn erneut mit der Brücke vertraut machen, um einen späteren Lerneffekt bei der nachfolgenden Alkoholfahrt auszuschließen.

### **2.4.1 Nüchternfahrt und Anforderungsprofil an den Schiffslenker**

Zu Fahrtbeginn wurden dem Schiffsführer seine Position und Ziel mitgeteilt. Ein daraufhin ideal gewählter Kurs in östlicher Richtung bedeutete mehrere Kontakte mit anderen Schiffen (u. a. Massengutfrachter, Containerschiff, Segler). Je nach Verkehrsregel musste ausgewichen oder der Kurs gehalten werden.

Standardisiert waren der Ausfall des Navigationsgerätes (GPS), Maschinenreduktion und plötzlich aufkommende Nebelbänke. Um möglichst realitätsnahe Anforderungen zu erreichen, wurden dem Kapitän noch Zusatzaufgaben (Second Tasks) abverlangt. Diese waren z. B. die Berechnung der verbleibenden Zeit bis zum Einlaufen (ETA), die Überwachung des Funkverkehrs extern und intern oder Proviantbestellungen.

Nach 45 Minuten Fahrtdauer wurde die Übung vom Personal des Simulators, dem ein Fachhochschulprofessor mit Kapitänspatent angehörte, beendet.

Tab. 1 veranschaulicht die zeitliche Reihenfolge der eingespielten Ereignisse während der 45 Minuten dauernden Nüchternfahrt.

Zeit (in Min.)	Abfolge der Ereignisse während der NF
00	Fahrtbeginn
04	Wetterbericht
08	Passage Report an German Bight Traffic
10	Nebelbank
10	Kontakt mit einem Gastanker
13	GPS-Ausfall
16	GPS kommt wieder, Radar muss umgeschaltet werden
20	Kontakt mit einem Massengutfrachter
23	Kontakt mit einem Containerschiff
28	Kontakt mit einem Küstenmotorschiff
29	Kursänderung erforderlich
32	Kontakt mit einem RoRo-Schiff
35	Nebelbank
36	Maschine reduziert um 50 %
37	Kontakt mit drei Seglern
45	Fahrtende

**Tab. 1**

Zeitliche Abfolge der standardisiert eingespielten Ereignisse während der Nüchternfahrt.

#### **2.4.2 Alkoholbelastete Fahrt und Anforderungsprofil an den Schiffslenker**

Nach Alkoholaufnahme, welche im nächsten Kapitel beschrieben wird, musste der Schiffsführer im zweiten Versuchsteil erneut eine 45 Minuten dauernde Fahrt auf dem Simulator absolvieren. Position und Ziel wurden zu Beginn der Fahrt wieder mitgeteilt. Auf dem nun in Richtung Westen zu fahrenden Kurs wurden wie auch bei der Nüchternfahrt verschiedene Hindernisse oder Ereignisse eingespielt, auf die der Kapitän reagieren musste. Dies waren u. a. Kontakte mit Seglern, einem Gastanker, eine Nebelbank, ein Rudermaschinenalarm, ein Fehler in der Radaranlage und eine



mit hoher Geschwindigkeit nahende Fähre, welche ein Mann-über-Bord-Manöver ausführte.

Die weitere Durchführung sowie die nautischen Anforderungen dieses Versuchsteils entsprachen im Wesentlichen denen der NF. Tab. 2 zeigt den zeitlichen Ablauf der Ereignisse während der alkoholbelasteten Fahrt.

Zeit (in Min.)	Abfolge der Ereignisse während der AF
00	Fahrtbeginn
05	German Bight Traffic sendet Warnnachricht
07	Nebelbank
12	Kontakt mit zwei Seglern
12	Kontakt mit einem Gastanker
12	Kontakt mit einem Küstenmotorschiff
17	Nebelbank
18	Nautische Warnnachricht
20	Rudermaschinenalarm
23	Kontakt mit Fischer
28	Fehlereinspielung der Dopplerlogge (Geschwindigkeitsmesser) um +20 %
30	Dopplerlogge fällt ganz aus
35	Kontakt mit einer mit hoher Geschwindigkeit fahrenden Fähre, welche ein Mann-über-Bord-Manöver ausführt
45	Fahrtende

**Tab. 2**

Zeitliche Abfolge der standardisiert eingespielten Ereignisse während der alkoholbelasteten Fahrt.

## 2.5 Alkoholaufnahme

Ethanol wird über den Gastrointestinaltrakt und hier insbesondere per Diffusionsvorgang in den oberen Dünndarmabschnitten vom Körper aufgenommen. Etwa 96 % der Ethanolmenge verteilen sich in der Wasserphase, die übrigen drei bis vier Prozent in der Fettphase. Die Wasserphase, bzw. das Gesamtkörperwasser

entspricht je nach Fettdepot bei Männern einem Verteilungsraum von etwa 70 %, bei Frauen bis zu 55 % (Grüner 1957, Schütz 1983).

Bereits 1932 entwickelte der schwedische Chemiker Erik M. P. Widmark aus den Gesetzmäßigkeiten der Resorption, der Diffusion und der Elimination des Alkohols im Körper die folgende Formel:

$$A = c * p * r$$

A = Alkoholmenge (g); c = Blutalkoholkonzentration (‰); p = Körpergewicht (Kg) und r = Verteilungsfaktor (ohne Einheit). Letzterer gibt das Alkoholkonzentrationsverhältnis von Gesamtkörper zu Blut wieder.

Die Widmark-Formel bildete die Grundlage für die annähernde Berechnung der zu erzielenden maximalen Blutalkoholkonzentration in diesem Versuch. Diese sollte während der AF bei etwa 1,0 ‰ liegen. Nach der Widmark-Formel wurde für jeden Probanden unter Berücksichtigung von Körperlänge, Körpergewicht und Konstitution die nötige Alkoholmenge in g bestimmt.

Bei dem Getränk handelte es sich um Ethylalkohol (96 % Ethanol der Fa. Walter CMP), der im Labor des rechtsmedizinischen Institutes mit Orangensaft auf 40 Vol. % Alkohol verdünnt und gekühlt angeboten wurde.

Getrunken wurde gleichmäßig über einen Zeitraum von 45 Minuten, wobei drei Portionen mit jeweils einem Drittel der Gesamttrinkmenge in 15 Minuten getrunken werden sollten.

Die erste Blutentnahme (BE) fand unmittelbar nach Trinkende statt. Daran schloss sich eine 30 Minuten dauernde Pause an. Nach der Pause begann die zweite Fahrt in dem Schiffssimulator. Unmittelbar vor und nach der AF wurden ein zweites und drittes Mal Blut abgenommen.

## **2.6 Alkoholmessung**

### **2.6.1 Indirekte Blutalkoholkonzentrationsbestimmung**

Mit dieser Methode ist die Bestimmung der Atemalkoholmenge in der ausgeatmeten Atemluft gemeint. Hierzu wurde ein stationäres Gerät der Firma Siemens (Alcomat M

52052-A219) benutzt. Dieses war nach Einschalten und Einsetzen eines Mundstückes einsatzbereit. Jeder Proband erhielt ein Mundstück, musste zunächst tief einatmen und anschließend kräftig und gleichmäßig in das Gerät ausatmen. Ein Dauerton signalisierte die richtige Bedienung; nach etwa 12 Sekunden konnte der errechnete Blutalkoholwert in Promille am Gerät abgelesen werden.

Alle Probanden mussten zu Versuchsbeginn ihre Nüchternheit nachweisen. Nach Versuchsende wurde eine weitere Messung vorgenommen.

### **2.6.2 Direkte Blutalkoholkonzentrationsbestimmung**

Eine direkte Bestimmung der Blutalkoholkonzentration erfolgte mittels venöser Blutprobe. Diese wurde durch einen Rechtsmediziner entnommen und im Institut für Rechtsmedizin, in der Blutalkoholuntersuchungsstelle unter Herrn Dipl. Ing. Bilzer untersucht. Dabei wurde der genaue Alkoholgehalt der Blutprobe nach dem Alkoholdehydrogenase-Verfahren (ADH) bestimmt.

Alkohol wird in Gegenwart des Enzyms Alkoholdehydrogenase (ADH) und des Coenzyms NAD zum Acetaldehyd oxidiert. Das entstehende NADH dient als Messgröße und wird bei einer Wellenlänge von 350 nm photometrisch bestimmt.

Näheres zu diesem Nachweisverfahren findet sich bei Forster & Joachim (1975).

## **2.7 Beurteilung und Bewertung der nautischen Leistungen**

Im Gegensatz zur Analyse nach statistischen Verfahren wurde bei dem hier verwendeten Verfahren jeder Simulationslauf individuell nach verschiedenen Kriterien bewertet.

Die Beurteilung der seemännischen Leistung erfolgte anhand festgelegter Protokolle (s. Anhang), die zu Ausbildungszwecken von der Fachhochschule Hamburg, Bereich Nautik verwendet wurden. Darin sind neun Einzelkategorien („Kommunikation“, „Vorbereitung“, „Kartenarbeit“, „Navigation“, „Sorgfalt“, „Risikobereitschaft“, „Konzentration“, „Vorausschau“ und „Situationseinschätzung“) sowie die Bewertung des Gesamteindrucks enthalten, um die Leistungen eines Kapitäns auf der Brücke einschätzen zu können.

Wie oben bereits erwähnt, gab es während jeder Fahrt eine Reihenfolge von Ereignissen, die der Kapitän zu beachten hatte. Die Art und Weise, wie der Schiffslenker auf das jeweilige Ereignis reagierte, wurde von erfahrenen Nautikern (Dozenten der Fachhochschule Hamburg) eingeschätzt, auf einer Skala von sehr gut (Note 1) bis mangelhaft (Note 5) bewertet und einer der Kategorien zugeordnet. Diese Benotung der nautischen Leistungen durch die Prüfer erfolgte zweimal pro Versuchsteilnehmer (nüchtern und alkoholisiert).

Der Einfluss des Alkohols wurde durch den intraindividuellen Vergleich der erzielten Noten der Nüchtern- und der Alkoholfahrt analysiert. Veränderungen in der Gesamtleistung, nautische Fehler und Verkehrsregelverstöße wurden dokumentiert, nach Fahrtende erfolgte zusätzlich eine zusammenfassende Beurteilung sämtlicher Einzelleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheit im Schiffsverkehr.

## **2.8 Messung von Konzentrationsfähigkeit und Vigilanz**

Zur Erfassung der zentralnervösen Funktionsbereitschaft oder Vigilanz wurde eine Untersuchung mit dem Flimmerfrequenz-Analysator des Wiener Testsystems der Firma Schuhfried (Mödling, Österreich) durchgeführt. Im absteigenden Verfahren (automatische Methode) wurde die Frequenz eines höherfrequenten Lichtes, welches durch den Probanden als Gleichlicht erkannt wurde, so lange verringert, bis es subjektiv als ein Flimmerlicht wahrgenommen wurde. Diese subjektive Wahrnehmungsänderung des Lichtes, kritische Flimmerfrequenz (CFF in Hertz [Hz]) genannt, quittierte der Proband durch Tastendruck am Flimmerfrequenz-Analysator.

Je höher die gemessene Frequenz des CFF-Wertes war, desto genauer bzw. desto eher konnte der Versuchsteilnehmer das beginnende Flimmerlicht erkennen und von dem Gleichlicht unterscheiden. Die CFF wurde bei jedem Kapitän jeweils zu Versuchsbeginn als Basiswert (CFF1), nach der Nüchternfahrt (CFF2) und nach der alkoholbelasteten Fahrt (CFF3) gemessen. Dabei handelte es sich jeweils um einen Wert im Bereich zwischen ca. 34 und 53 Hertz. Die intraindividuellen Effekte der Belastung auf der Brücke und des Alkohols auf das Wahrnehmungsvermögen und die Vigilanz wurden durch relative Veränderungen der Messwerte nach der

Nüchternfahrt (CFF2) und nach der Alkoholfahrt (CFF3) zum Ausgangswert (CFF1) dargestellt.

Die Signifikanz der Ergebnisse wurde mit dem t-Test bei gepaarten Beobachtungen untersucht.

## **2.9 Ophthalmologische Messungen**

Wie bei Grütters et al. (2003) und Reichelt et al. (2003) beschrieben, wurden nüchtern und alkoholisiert Fern- und Nahvisus, Binokularfunktion, Farben- und Dämmerungssehen, die Akkomodationsbreite und mithilfe der Pupillographie der Pupillenlichtreflex, spontane Pupillenbewegung, sakkadische Augenbewegung und Nystagmus sowie nach Gerätemodifikation der optokinetische Nystagmus getestet.

## **2.10 Weitere Messungen**

Die Herzfrequenz und der Blutdruck wurden kontinuierlich mit einem mobilen Gerät aufgezeichnet, welches den Probanden vor jedem Versuchsteil auf der Brücke angelegt wurde.

### 3. Ergebnisse

Alle Teilnehmer erfüllten die zuvor gestellten Kriterien und konnten am Versuch teilnehmen. Die zu Versuchsbeginn durchgeführte Atemalkoholmessung fiel ausnahmslos negativ aus.

#### 3.1 Alter, Körpergröße und Körpergewicht

Bei den 21 Probanden handelte es sich um einen weiblichen und 20 männliche Kapitäne auf großer Fahrt (AG) im Alter von 27 bis 62 Jahren mit einer Körpergröße von 170 bis 200 cm und einem Körpergewicht von 61 bis 110 kg (vgl. Tab. 3).

<b>Proband</b>	<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Körpergröße (cm)</b>	<b>Körpergewicht (Kg)</b>
1	27	187	88
2	35	195	95
3	34	182	68
4	54	186	106
5	32	171	61
6	49	180	72
7	33	186	89
8	29	193	85
9	35	180	86
10	44	200	110
11	35	196	100
12	34	175	78
13	37	173	71
14	34	183	72
15	31	173	75
16	34	179	75
17	35	185	82
18	34	193	96
19	62	170	65
20	34	174	73
21	34	176	75
$\bar{x}$	<b>36,95</b>	<b>182,71</b>	<b>82</b>

Tab. 3

### 3.2 Erfahrung in der Seeschifffahrt

Die teilnehmenden Kapitäne verfügten über unterschiedlich lange Erfahrung in der Seeschifffahrt. Diese betrug zwischen drei und 35 Jahre. Im Rahmen der nautischen Ausbildung waren alle teilnehmenden Kapitäne bereits einige Stunden, im Durchschnitt 16,6 (5 – 40) in dem Schiffssimulator SUSAN gefahren (siehe Tab. 4).

<b>Proband</b>	<b>Berufserfahrung (Jahre)</b>	<b>SUSAN-Erfahrung (Stunden)</b>
1	3	30
2	8	10
3	5	10
4	35	10
5	5,5	10
6	25	5
7	4,5	20
8	3	10
9	10	5
10	24	40
11	20	20
12	6	40
13	12	40
14	7,5	20
15	5	15
16	7	10
17	8	20
18	7	12
19	30	6
20	8	9
21	14	7
$\bar{x}$	<b>11,8</b>	<b>16,6</b>

**Tab. 4**

### 3.3 Trinkgewohnheiten

Bezüglich der Trinkgewohnheiten wurde jeder Kapitän vor Versuchsbeginn im Fragebogen nach Art der bevorzugten alkoholhaltigen Getränke, sowie nach konsumierter Menge pro Woche befragt. Außerdem sollte sich der Proband selbst einschätzen und angeben, ob er „eher selten“, „gelegentlich“ oder „häufiger bis regelmäßig“ Alkohol trinke.

Keiner der Kapitäne lebte alkoholabstinent, sieben Probanden gaben an, eher selten Alkohol zu trinken, zehn Teilnehmer schätzten ihren Alkoholkonsum als moderat ein, und vier Kapitäne tranken nahezu täglich alkoholhaltige Getränke.

### 3.4 Alkoholaufnahme

#### 3.4.1 Alkoholmenge und Trinkmenge

Wie bereits erwähnt beziehen sich die Berechnungen zur Bestimmung der aufzunehmenden Alkoholmenge auf die Widmark-Formel. Zunächst wurde abhängig von Körperlänge, Körpergewicht und Konstitution der Faktor Widmark-r festgelegt. Anschließend wurde für jeden Probanden die Gesamtalkoholmenge in Gramm bestimmt und in die Trinkmenge umgerechnet, um während der zweiten Fahrt im Simulator einen Blutalkoholwert von etwa 1,0 ‰ zu erreichen (siehe Tab. 5).

Proband	Widmark-r	Alkoholmenge (g)	Trinkmenge (ml)	Alk. / KG (g/Kg)
1	0,7	86	240	0,98
2	0,7	93	260	0,98
3	0,8	76	215	1,12
4	0,7	104	270	0,98
5	0,6	51	150	0,84
6	0,7	71	200	0,99
7	0,7	87	245	0,98
8	0,75	90	255	1,06
9	0,65	80	225	0,93
10	0,7	117	370	1,06
11	0,75	114	361	1,14
12	0,75	89	247	1,14
13	0,7	76	241	1,07
14	0,8	88	278	1,22
15	0,65	74	234	0,99
16	0,7	80	253	1,07
17	0,7	87	259	1,06
18	0,7	102	304	1,06
19	0,7	69	218	1,06
20	0,7	78	246	1,07
21	0,7	80	253	1,07
$\bar{x}$	<b>0,707</b>	<b>85,3</b>	<b>253,5</b>	<b>1,041</b>

**Tab. 5**

Tabelle 5 zeigt das jeweilige Widmark-r, die aufgenommene Alkoholmenge, die Trinkmenge und das Verhältnis von aufgenommenem Alkohol zu Körpergewicht.



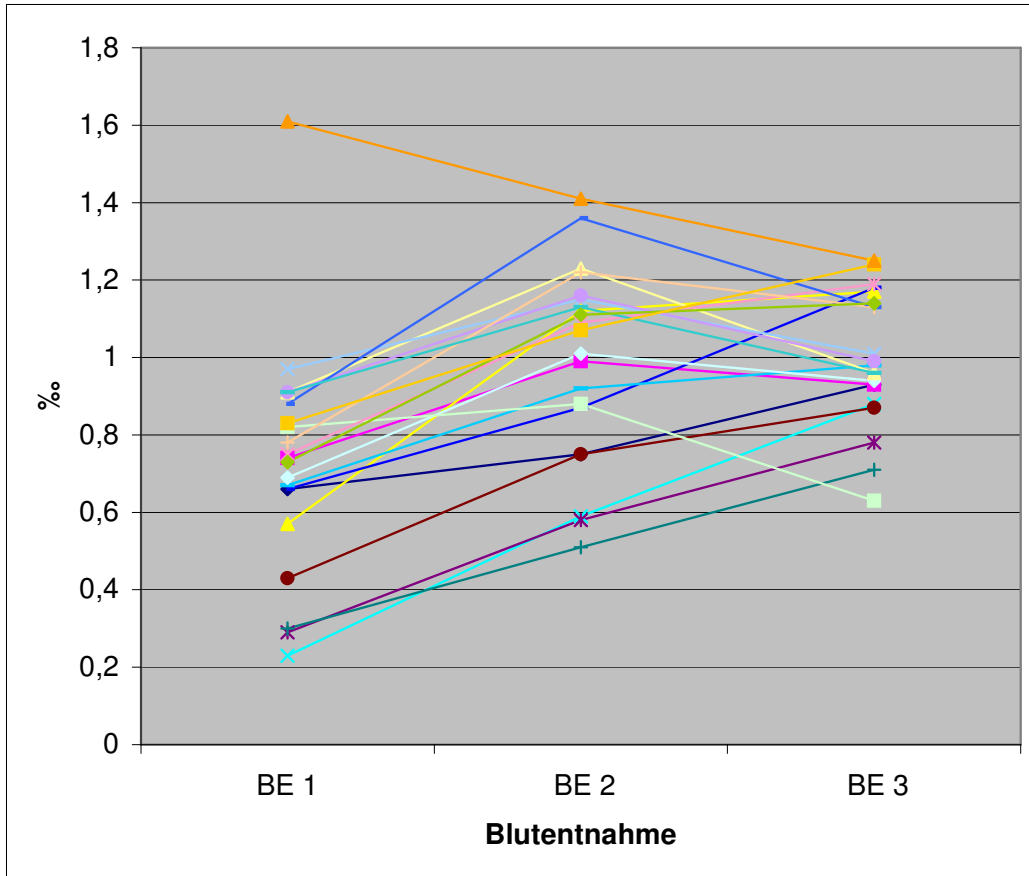
### 3.4.2 Blutalkoholkonzentrationen und Symptome nach Alkoholaufnahme

Die durchgeführten Blutentnahmen (BE) ergaben folgende Mittelwerte der Blutalkoholkonzentrationen: unmittelbar nach Trinkende BE 1 = 0,73 ‰ (Spannweite [SW] = 0,23 – 1,61 ‰ / Standardabweichung [SD] = 0,29 ‰), vor dem alkoholbelasteten Versuchsteil BE 2 = 1,00 ‰ (SW = 0,51 – 1,41 ‰ / SD = 0,24 ‰) und nach der Fahrt unter Alkoholeinfluss BE 3 = 1,00 ‰ (SW = 0,63 – 1,25 ‰ / SD = 0,17 ‰).

<b>Proband</b>	<b>BE 1</b> (‰)	<b>BE 2</b> (‰)	<b>BE 3</b> (‰)
1	0,66	0,75	0,93
2	0,74	0,99	0,93
3	0,57	1,12	1,17
4	0,23	0,59	0,88
5	0,29	0,58	0,78
6	0,43	0,75	0,87
7	0,30	0,51	0,71
8	0,66	0,87	1,18
9	0,67	0,92	0,98
10	0,69	1,01	0,94
11	0,82	0,88	0,63
12	0,91	1,23	0,96
13	0,97	1,15	1,01
14	0,75	1,09	1,19
15	0,91	1,16	0,99
16	0,78	1,22	1,13
17	0,88	1,36	1,13
18	0,91	1,13	0,96
19	0,73	1,11	1,14
20	0,83	1,07	1,24
21	1,61	1,41	1,25
$\bar{x}$	<b>0,73</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>
<b>SD</b>	<b>0,29</b>	<b>0,24</b>	<b>0,17</b>

**Tab. 6**

Tabelle 6 zeigt die gemessenen Blutalkoholkonzentrationen aller Teilnehmer (BE 1: nach Trinkende; BE 2: vor alkoholbelasteter Fahrt; BE 3: Nach alkoholbelasteter Fahrt).



**Abb. 2**

Abb. 2 stellt graphisch zusammenfassend die Blutalkoholkurven aller Probanden dar.

Ein konstanter Anstieg bedeutete, dass sich der Proband während der AF noch in der Anflutungsphase befand, dies war bei elf Kapitänen der Fall, ein Absinken von BE 2 zu BE 3 zeigte hingegen das Überwiegen der Resorptions- und Eliminationsphase an.

Vier Kapitäne zeigten zu Beginn der AF keine oder zumindest nur leichte, die restlichen 17 Teilnehmer moderate bis deutliche Zeichen der Alkoholaufnahme wie z. B. Enthemmung sowie vegetative und motorische Beeinträchtigungen.

Nach ihrer subjektiven Einschätzung befragt gab nur ein Proband an, keine alkoholbeeinträchtigende Wirkung verspürt zu haben. Einige Kapitäne verspürten leichte bis milde, die meisten sogar sehr deutliche Behinderungen, bzw. vegetative und motorische Symptome. Einige Probanden klagten über Übelkeit, zwei erbrachen sich und weitere zwei Schiffslenker benötigten eine Sitzgelegenheit auf der Brücke.

Außerdem wurden Fehler bei der Instrumentenbedienung beobachtet. Ein Kapitän schief nach absolviertem Versuch für etwa 45 Minuten ein.

Im täglichen Geschehen hätte sich nach eigener Überzeugung keiner der Probanden mehr in diesem Zustand das Kommando auf einer Brücke zugetraut.

### 3.5 Benotung der nautischen Leistungen und Einfluss des Alkohols

In den Tabellen 7 bis 10 sind die Noten (1 bis 5) der neun einzelnen Leistungskategorien aller Probanden jeweils für Nüchternfahrt (NF) und Alkoholfahrt (AF) aufgeführt.

Kategorien	P1		P2		P3		P4		P5	
	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF
Vorbereitung / Planung	1	3	3	2	1	1	1	3	1	2
Kommunikation	1	1	1	3	1	3	1	4	1	1
Kartenarbeit	1	2	1	3	1	2	1	1	3	3
Navigation	1	1	3	3	1	1	1	4	1	4
Situationseinschätzung	1	3	2	3	1	3	1	4	1	4
Risikobereitschaft	1	4	3	4	2	3	1	1	1	1
Konzentration	1	4	3	4	2	4	1	4	1	4
Sorgfalt	1	4	3	4	2	4	1	4	1	1
Vorausschau	1	4	3	4	2	4	1	4	1	4

Tab. 7

Kategorien	P6		P7		P8		P9		P10	
	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF
Vorbereitung / Planung	1	1	2	2	2	2	1	2	2	5
Kommunikation	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2
Kartenarbeit	1	2	1	2	2	1	5	5	4	5
Navigation	1	2	2	2	3	1	1	2	1	3
Situationseinschätzung	1	4	2	3	2	1	1	3	1	3
Risikobereitschaft	1	4	2	3	3	3	3	4	1	2
Konzentration	2	4	1	3	1	4	1	3	2	2
Sorgfalt	1	4	1	3	3	3	1	3	3	3
Vorausschau	1	4	1	4	2	3	1	3	2	4

Tab. 8

Kategorien	P11		P12		P13		P14		P15	
	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF
Vorbereitung / Planung	2	1	3	2	2	2	1	1	3	2
Kommunikation	2	1	1	2	2	2	2	4	2	2
Kartenarbeit	4	5	3	5	4	2	3	4	1	1
Navigation	2	1	2	3	2	3	2	4	2	3
Situationseinschätzung	1	1	1	3	2	3	3	4	2	3
Risikobereitschaft	2	1	3	3	2	4	4	5	2	5
Konzentration	2	2	3	3	2	3	2	4	2	2
Sorgfalt	3	2	3	3	3	4	3	4	2	3
Vorausschau	2	2	2	3	3	4	3	4	2	5

Tab. 9

Kategorien	P16		P17		P18		P19		P20		P21	
	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF	NF	AF
Vorbereitung / Planung	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	5
Kommunikation	2	4	1	2	2	2	2	3	2	2	2	5
Kartenarbeit	3	2	1	2	2	1	4	5	2	2	3	5
Navigation	2	4	1	3	2	3	2	3	3	4	3	5
Situationseinschätzung	2	4	2	3	2	2	3	4	2	3	3	5
Risikobereitschaft	1	4	2	3	2	4	3	3	3	4	3	4
Konzentration	2	4	2	3	3	2	2	4	2	3	2	4
Sorgfalt	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	4
Vorausschau	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	3	5

Tab. 10

Der Vergleich zwischen Nüchtern- und Alkoholfahrt zeigt eine eindeutige Verschlechterung der Noten bei der überwiegenden Zahl der Versuchsteilnehmer.

Tabelle 11 zeigt einerseits die gemessenen BAK-Werte und andererseits die intraindividuellen Veränderungen der Benotungen der nautischen Leistungen nach Alkoholgenuss. Dabei wurde nach Verbesserung, gleichbleibender Benotung und Verschlechterung unterschieden.

Schließlich ist noch die Beurteilung des Gesamteindrucks bezüglich der Fahrtauglichkeit und der Sicherheit im Schiffsverkehr angegeben.

Proband	Trinkgewohnheiten	BAK (‰)		Kommunikation	Vorbereitung	Kartenarbeit	Navigation	Sorgfalt	Risikobereitschaft	Konzentration	Vorausschau	Situationseinschätzung	Gesamteindruck / Frage: „fahrtauglich“ ?
		BE 2 (zu Beginn der AF)	BE 3 (zum Ende der AF)										
P 1	I	0,75	0,93	0	-	-	0	-	-	-	-	-	Nein
P 2	II	0,99	0,93	-	+	-	0	-	-	-	-	-	Nein
P 3	II	1,12	1,17	-	0	-	0	-	-	-	-	-	Nein
P 4	I	0,59	0,88	-	-	0	-	-	0	-	-	-	Nein
P 5	II	0,58	0,78	0	-	0	-	0	0	-	-	-	Nein
P 6	II	0,75	0,87	0	0	-	-	-	-	-	-	-	Nein
P 7	I	0,51	0,71	0	0	-	0	-	-	-	-	-	Nein
P 8	II	0,87	1,18	+	0	+	+	0	0	-	-	+	Nein
P 9	III	0,92	0,98	0	-	0	-	-	-	-	-	-	Nein
P 10	II	1,01	0,94	-	-	-	-	0	-	0	-	-	Nein
P 11	II	0,88	0,63	+	+	-	+	+	+	0	0	0	Nein
P 12	II	1,23	0,96	-	+	-	-	0	0	0	-	-	Nein
P 13	III	1,15	1,01	0	0	+	-	-	-	-	-	-	Nein
P 14	III	1,09	1,19	-	0	-	-	-	-	-	-	-	Nein
P 15	II	1,16	0,99	0	+	0	-	-	-	0	-	-	Nein
P 16	I	1,22	1,13	-	-	+	-	-	-	-	-	-	Nein
P 17	I	1,36	1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Nein
P 18	III	1,13	0,96	0	-	+	-	+	-	+	0	0	Nein
P 19	II	1,11	1,14	-	-	-	-	-	0	-	+	-	Nein
P 20	I	1,07	1,24	0	-	0	-	-	-	-	-	-	Nein
P 21	I	1,41	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Nein

**Tab. 11**

Detaillierte Ergebnisse für alle 21 Versuchsteilnehmer: Trinkgewohnheiten (Alkoholkonsum: „I“ = gelegentlich, „II“ = regelmäßig, „III“ = fast täglich), Blutalkoholkonzentrationen (BAK) zu Beginn (BE 2) und zum Ende der Alkoholfahrt (BE 3). Einfluss des Alkohols auf die neun untersuchten Kategorien („-“ = Verschlechterung, „0“ = kein feststellbarer Effekt, „+“ = Verbesserung der nautischen Leistung - in Relation zur Nüchternfahrt) sowie die Beurteilung des Gesamteindrucks bezüglich der Fahrtauglichkeit und der Sicherheit im Schiffsverkehr.

18 der 21 Probanden erhielten in der Mehrzahl der Einzelkategorien (mindestens fünf von neun Kategorien) eine schlechtere Note nach Alkoholaufnahme, 13 der 21 Kapitäne verschlechterten sich sogar in besonderem Maße (mindestens sieben der neun untersuchten Kategorien). Drei Probanden (P8, P11 und P18) bekamen aufgrund extrem vorsichtiger - fast schon unrealistischer - Fahrweise in nur ein bis höchstens drei Kategorien nach Alkoholaufnahme schlechtere Noten, wobei die

Einbußen in wesentlichen nautischen Teilkategorien lagen und keiner dieser Kapitäne nach seinem Gesamteindruck auf die Prüfer mehr fahrtüchtig war.

Während alle Kapitäne im nüchternen Versuchsteil bewiesen, dass sie ihr Schiff unter Kontrolle hatten und die meisten Aufgaben souverän beherrschten, wurden nach Alkoholaufnahme viele Fehler mit unterschiedlich schweren Auswirkungen auf die Sicherheit im Schiffsverkehr beobachtet.

Ausweichmanöver wurden zu spät eingeleitet oder waren nicht entschieden genug ausgeführt worden. Überholvorgänge waren zu riskant, Passierabstände zu anderen Booten oder Schiffen fielen bei manchen Probanden erheblich zu gering aus. Die Ausweichpflicht wurde nicht eingehalten, Kursänderungen waren regelwidrig und behinderten sogar andere Fahrzeuge, Verkehrstrennungsgebiete wurden durchfahren, Routinefunkverkehr wurde auf Kanal 16, einem Notfallkanal, gesendet (Regelverstöße nach KVR und SeeSchStrO).

Zusätzlich wurden Fehler bemerkt, die auf Störungen des visuellen Systems oder der Motorik beruhten. So wurden z. B. kleinere Fahrzeuge (Segler, Fischer) nicht rechtzeitig erkannt, Fehlereinspielungen (z. B. Radarausfall) wurden nicht oder sehr spät bemerkt. Manche Probanden hatten deutliche Schwierigkeiten mit der Feinmotorik (z. B. Tastenbedienung) oder der Artikulation (Lallen bzw. verwaschene Sprache beim Funkverkehr).

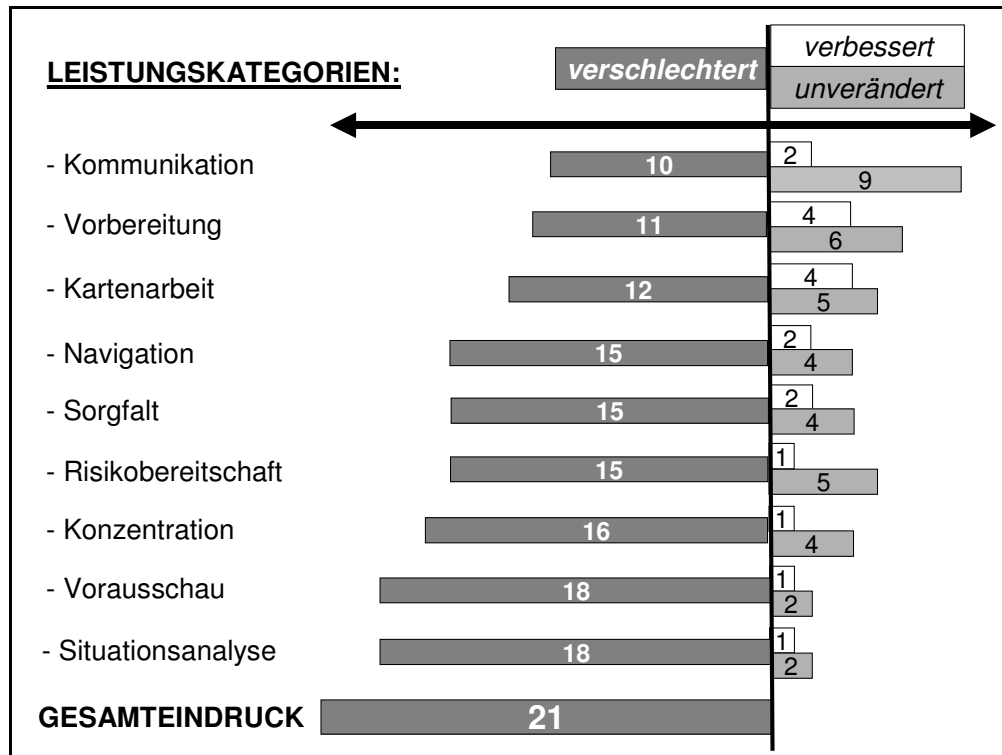
Auch vegetative Belastungen in Form von Übelkeit und Erbrechen hinderte Kapitäne an der verantwortungsvollen Ausübung ihrer Pflichten als Schiffslenker.

Viele Probanden waren mit der Situation auf der Brücke schlicht überfordert. Dies ließ sich daran messen, dass Zusatzanforderungen, die im nüchternen Zustand nebenher durchgeführt wurden (wie z. B. ETA-Meldungen), nur noch in geringerem Umfang bewältigt werden konnten oder falsch waren.

Der abschließende Gesamteindruck, als eigener Beurteilungswert der Prüfer, ergab, dass kein Kapitän nach Alkoholgenuss mehr in der Lage war, sein Schiff mit der im Schiffsverkehr nötigen Sicherheit zu führen.

Abbildung 3 zeigt, dass die Veränderungen der nautischen Leistung, bzw. die Leistungsminderungen innerhalb der neun Einzelkategorien unterschiedlich stark ausfielen. Besonders beeinträchtigt waren die Kategorien „Situationsanalyse“ und „Vorausschau“ (Verschlechterung bei 18 der 21 Kapitäne), gefolgt von

„Konzentration“ (Verschlechterung bei 16 der 21 Kapitäne), „Navigation“, „Sorgfalt“ und „Risikobereitschaft“ (Verschlechterung bei 15 der 21 Kapitäne). Die übrigen Kategorien wie „Kommunikation“, „Vorbereitung“ und „Kartenarbeit“ waren weniger stark durch Alkohol beeinflusst.



**Abb. 3**

Darstellung der einzelnen Leistungskategorien und intraindividuelle Vergleich der Benotung von Alkoholfahrt zur Nüchternfahrt.

Beispiel „Navigation“: Im Vergleich zur Nüchternfahrt fiel die Benotung der Alkoholfahrt bei 15 Probanden schlechter aus. Vier Probanden erzielten vergleichbare Leistungen wie bei ihrer jeweiligen Nüchternfahrt und zwei Probanden hatten sogar eine bessere Beurteilung erhalten.

Der Grad der Beeinträchtigung nautischer Leistungen unter Alkohol und die tatsächlich gemessenen Blutalkoholkonzentrationen oder die angegebenen Trinkgewohnheiten korrelierten in keiner Weise miteinander.

Im Anschluss an den Versuch wurden die Probanden hinsichtlich ihrer subjektiven Eindrücke befragt.

Demnach schilderten alle Probanden die zu fahrenden Szenarien vom Schwierigkeitsgrad als leicht bis mittelschwer. Nach Alkoholaufnahme fühlten sich alle Kapitäne in mehr oder weniger geringem Maße intoxikiert. Acht Probanden fühlten sich schwer, zwölf mäßig und ein Proband nur leicht betrunken. Dennoch betonten alle Kapitäne ausnahmslos, dass sie sich nicht mehr in der Lage fühlten, nach Genuss dieser Alkoholmenge ihre Aufgaben auf der Brücke optimal zu erledigen. Sich der Testsituation bewusst, versuchten viele Kapitäne auch während der Alkoholfahrt möglichst gute Ergebnisse zu erzielen und Fehler oder Beeinträchtigungen der Wahrnehmung möglichst zu kompensieren. Nach Beendigung der 45 Minuten dauernden Fahrt unter Alkohol fühlten sich alle Teilnehmer besonders erschöpft, einer schlief sogar ein.

### **3.6 Ergebnisse der Messung von Konzentrationsfähigkeit und Vigilanz**

Die Analyse der kritischen Flimmerfrequenz (CFF) zur Messung der Vigilanz erbrachte eine deutliche Minderung der Konzentrationsfähigkeit nach Alkoholaufnahme.

Tabelle 12 enthält die erzielten Werte der kritischen Flimmerfrequenz aller Probanden, d. h. die Frequenz eines höherfrequenten Lichtes, welches nach Frequenzminderung subjektiv als ein Flimmerlicht wahrgenommen wurde.

Zehn der 21 Probanden erzielten beim CFF-Test nach der Nüchternfahrt (CFF 2) zunächst geringfügig bessere Werte als zu Versuchsbeginn (CFF1), verschlechterten sich dann aber nach der alkoholisierten Fahrt (CFF 3). Weitere zehn Kapitäne zeigten einen kontinuierlichen Abfall der CFF-Werte während des gesamten Versuchs, ein Proband (P 17) verbesserte sich in Bezug zu seinem individuellen Ausgangswert, der jedoch absolut betrachtet auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau lag (CFF 1 = 39,4 Hz, CFF 2 = 40,3 Hz und CFF 3 = 41,3 Hz).



<b>Proband</b>	<b>CFF 1</b> (Hz)	<b>CFF 2</b> (Hz)	<b>CFF 3</b> (Hz)
1	44,5	45,2	42,9
2	47,5	46,9	45,5
3	45,0	45,8	43,8
4	44,3	44,5	41,9
5	45,8	46,3	43,3
6	37,2	37,1	34,9
7	42,4	43,1	40,7
8	40,6	40,2	37,2
9	50,2	45,3	42,7
10	49,4	52,6	43,6
11	44,3	43,8	40,2
12	42,4	44,2	42,3
13	45,9	47,8	45,1
14	46,1	45,6	44,1
15	46,5	46,3	44,5
16	43,8	44,1	39,6
17	39,4	40,3	41,3
18	43,9	43,8	42,0
19	43,0	44,4	43,1
20	44,0	42,8	41,8
21	40,4	40,3	38,4
$\bar{x}$	<b>44,1</b>	<b>44,3</b>	<b>41,9</b>
<b>SD</b>	<b>3,06</b>	<b>3,14</b>	<b>2,58</b>

**Tab. 12**

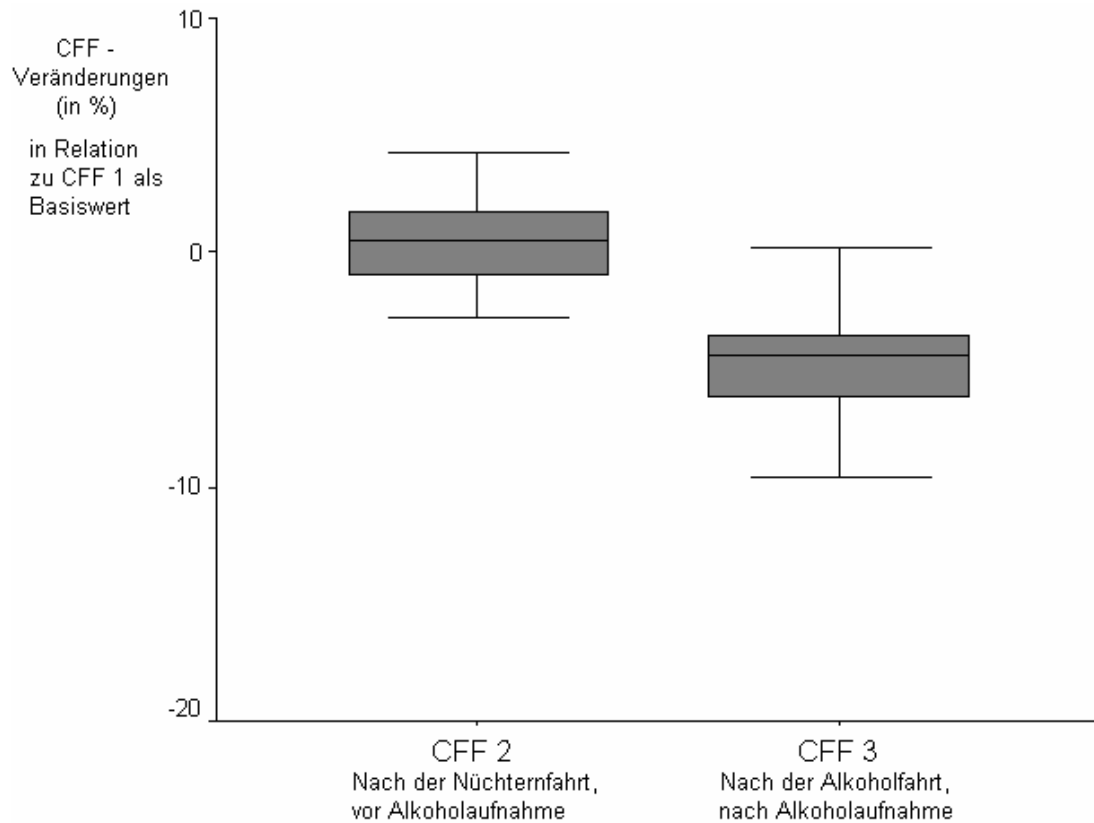
Kritische Flimmerfrequenz (CFF) in Hertz (Hz),  $\bar{x}$ : Mittelwert, SD: Standardabweichung. CFF1: Ausgangswert zu Versuchsbeginn, CFF2: Test nach der Nüchternfahrt, CFF3: Test nach der Alkoholfahrt.

Alle 21 Kapitäne zusammen erzielten folgende Mittelwerte der kritischen Flimmerfrequenz und Standardabweichungen: Basiswert CFF 1 = 44,1 Hz (SW = 37,2 – 50,2 Hz / SD = 3,06 Hz), nach der Nüchternfahrt CFF 2 = 44,3 Hz (SW = 37,1 – 52,6 Hz / SD = 3,14 Hz) und nach der Fahrt unter Alkoholeinfluss CFF 3 = 41,9 Hz (SW = 34,9 – 45,5 Hz / SD = 2,58 Hz).

Der besseren Vergleichbarkeit wegen wurden CFF 1 für jeden Probanden gleich 100 gesetzt und die relative Veränderungen zu CFF1 betrachtet und als Boxplot in Abbildung 4 dargestellt. Die Boxen umfassen alle Werte zwischen der 25. und 75.

Perzentile und enthalten den Median. Die übrigen Messwerte ergeben die Gesamtspannweite der prozentualen Veränderung.

Im Vergleich zu CFF1 wurde nach der Nüchternfahrt keine signifikante Veränderung der Aufmerksamkeit gemessen. Verbesserte Messwerte erklärten sich möglicherweise aus der Restanspannung nach der Nüchternfahrt. Nach der Alkoholfahrt war die Vigilanz fast aller Kapitäne signifikant reduziert (rechte Box der Abb. 4).



**Abb. 4**

Signifikante Verschlechterung der Leistungen des Flimmerfrequenztests unter Alkoholeinfluss. Dargestellt sind prozentuale Abweichungen vom individuellen Ausgangswert CFF 1 eines jeden Probanden. Die Messwerte der kritischen Flimmerfrequenz (CFF) fallen nach der Nüchternfahrt geringfügig besser und nach der Alkoholfahrt signifikant schlechter aus.

### **3.7 Ergebnisse der ophthalmologischen Messungen**

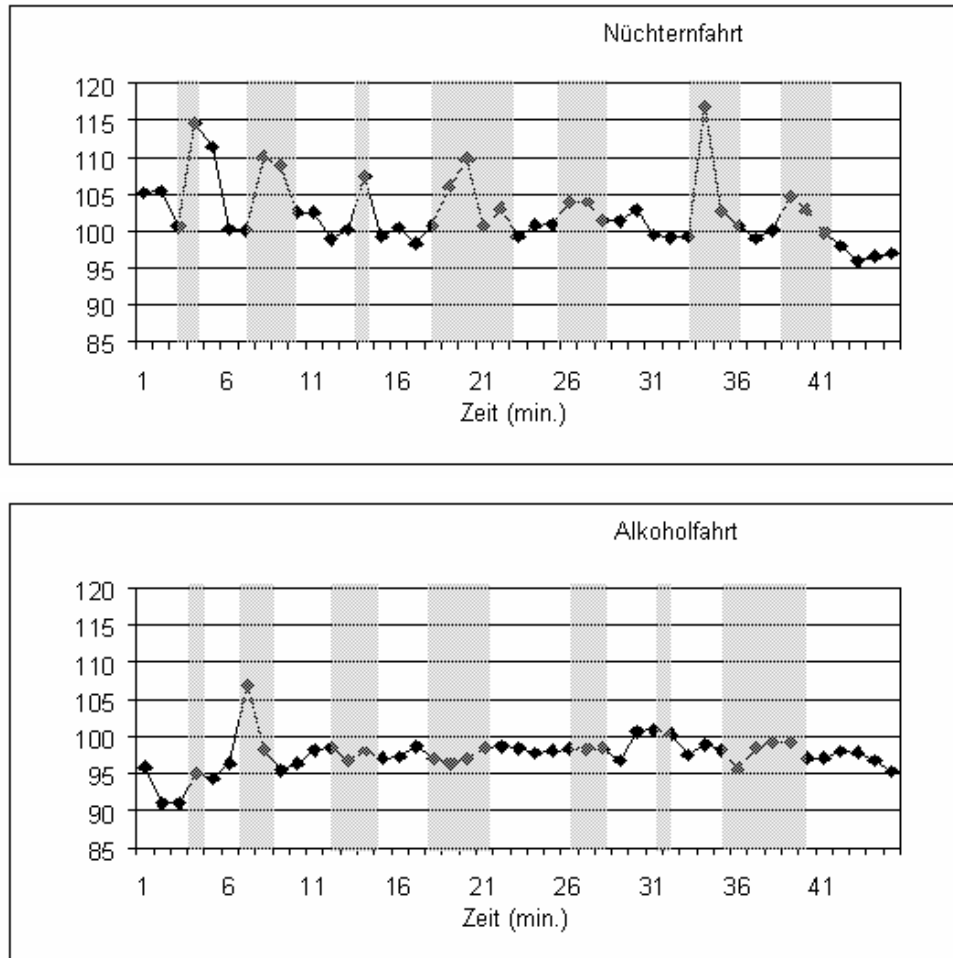
Die Ergebnisse der ophthalmologischen Tests, beschrieben von Grütters et al. (2003) und Reichelt et al. (2003), zeigten deutliche Beeinträchtigungen des visuellen Systems unter Alkoholeinfluss. So ergab die Messung des Pupillenlichtreflexes unter Alkohol eine Verkürzung der relativen Kontraktionsamplitude, eine Verlängerung der Latenzzeit, eine Verlangsamung der Kontraktionsgeschwindigkeit und eine geringere Amplitude. Die Überprüfung des optokinetischen Nystagmus erbrachte eine Minderung der Konzentrationsfähigkeit aller Probanden im alkoholisierten Versuchsteil. Eine signifikante Beeinträchtigung von Visus und Binokularfunktion ließ sich bei den Kapitänen nach Alkoholaufnahme nicht messen. Jedoch nahm die Akkommodationsbreite durchschnittlich um 18 % ( $p = 0,0001$ ) ab. Im Farblegetest machten die Kapitäne alkoholisiert mehr Fehler ( $p = 0,017$ ) und brauchten mehr Zeit ( $p = 0,004$ ). Insgesamt erschien die Pupillographie als eine sehr geeignete Untersuchungsmethode, um den negativen Einfluss des Alkohols auf das visuelle System und auf vegetative Funktionen zu erfassen. Die aus augenärztlicher Sicht beobachteten Funktionsausfälle bei einer Blutalkoholkonzentration von 1,0 ‰ stellen ein erheblich hohes Risikopotenzial für die sichere Schifffahrt dar.

### **3.8 Ergebnisse der Aufzeichnung der Kreislaufparameter**

Die Auswertung der kontinuierlich registrierten Herzaktionen per Langzeit-EKG ergab bei der überwiegenden Zahl der Probanden im nüchternen Zustand ein adäquates Herzfrequenzverhalten mit situationsgerechtem Anstieg, bzw. Abfall der Herzfrequenz während und nach einer Belastungsphase.

Unter Alkoholeinfluss waren Veränderungen vegetativer Reaktionen erkennbar. Während bei der Nüchternfahrt in auftretenden Gefahrensituationen eine deutliche Zunahme der Herzfrequenz bei allen Probanden festzustellen war, fehlten adäquate Kreislaufreaktionen im alkoholisierten Zustand.

Als Beispiel ist in Abbildung 5 die Herzfrequenz von Proband 7 während der Nüchtern- und der Alkoholfahrt dargestellt.



**Abb. 5**

Abb. 5 mit Darstellung der Herzfrequenz von P7 während der Nüchtern- und der Alkoholfahrt.

Im nüchternen Versuchsteil waren Anstiege der Herzfrequenz als physiologisch adäquate Reaktion auf Stresssituationen (z. B. Ausweichmanöver oder Ausfall des GPS) deutlich zu erkennen. Diese vegetativen Reaktionen des Körpers waren bei Proband 7 nach Alkoholkonsum nur noch sehr schwach ausgeprägt, ersichtlich an der deutlich abgeflachten Pulscurve. Solche insgesamt niedrige Herzfrequenzkurven wurden unter Alkohol bei vielen Probanden beobachtet.

Bei einigen Probanden zeigte sich gar keine Dämpfung der Herzfrequenzkurve unter Alkohol. Kurz nach Fahrtbeginn erfolgte ein Anstieg des Pulses auf ein hohes Niveau, welches trotz zeitweilig nachlassender Belastung während der gesamten Alkoholfahrt gehalten wurde.

#### 4. Diskussion

In welchem Ausmaß ist die auf dem Schiffssimulator erbrachte Leistung mit der auf richtigen Schiffen vergleichbar?

Besonders aus ethischen Gründen konnte der Effekt von Alkohol auf die Leistung an Bord nicht unter realen Bedingungen untersucht werden. Das Risiko von Personenschäden und die Beschädigung von Material wäre unverantwortbar gewesen. Auch wäre die Vergleichbarkeit der einzelnen Fahrten nicht gegeben. Die Versuchsdurchführung in einem modernen Simulator bietet Bedingungen, die denen im täglichen Alltag an Bord sehr nahe kommen. Dazu trugen die moderne Ausstattung der Brücke, eine Rundumprojektion, hydraulisch gesteuerte Schiffsbewegungen in allen Ebenen, eingespielter Funkverkehr und sogar schiffsinterne Kommunikation bei.

Zu diskutieren ist, ob bei der Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf reale Bedingungen nicht ein sog. „Simulatoreffekt“ zu berücksichtigen wäre. Die Probanden wussten bereits vor Versuchsbeginn, dass es sich um einen Versuch in einem Simulator handeln würde und dass seemännische Leistungen untersucht werden sollten. Dementsprechend versuchten die Kapitäne durch Alkohol beeinträchtigte Leistungen zu kompensieren, um doch noch möglichst gute Leistungen zu erzielen. Dies zeigt sich besonders darin, dass nach der lediglich 45 Minuten dauernden Fahrt unter Alkoholeinfluss die meisten Probanden sehr erschöpft waren. In unserem Versuch musste der Proband jeweils 45 Minuten eine Leistung erbringen und konnte sich anschließend erholen. An Bord hat der Brückenoffizier für mehrere Stunden die Verantwortung für das Schiff.

Daraus ergibt sich, dass unsere Ergebnisse die tatsächliche Beeinflussung durch Alkohol unter realen Bedingungen eher noch unterschätzen. Diese Unterschätzung wurde auch in Flugsimulator tests festgestellt, die den Einfluss von Alkohol auf die Sicherheit untersuchten (Cook, 1997).

Inwieweit beeinträchtigte der Alkoholeinfluss die Leistung des Schiffsführers?

Die Bewertung des Gesamteindrucks zeigte, dass sämtliche Teilnehmer alkoholbedingt fahruntüchtig waren. In allen Fällen war eine Verschlechterung in

zumindest einer der neun Einzelkategorien nachzuweisen. 18 der 21 Probanden zeigten schlechtere Leistungen in den meisten (mindestens fünf von neun) Kategorien. Die am stärksten betroffenen Kategorien (s. Abb. 3) waren „Situationsanalyse“, „Vorausschau“, „Konzentration“, „Risikobereitschaft“, „Sorgfalt“ und „Navigation“. Dort verschlechterten sich mindestens 15 bis 18 der 21 Kapitäne. Dies zeigt, dass negative Effekte des Alkohols zunächst besonders komplexe Leistungen der Informationsverarbeitung betreffen. Die übrigen Kategorien „Kommunikation“, „Vorbereitung“ und „Kartenarbeit“, welche eher routinierte, fest vorgeschriebene Abläufe darstellten, waren weniger stark beeinflusst. Hier verschlechterte sich nur die Hälfte aller Versuchsteilnehmer. Diese Ergebnisse stimmen mit einer Studie über alcohol and driving (Liguori et al. 1999) überein.

Den negativen Effekt von Alkohol auf die sichere Schiffsführung beweisen auch die ophthalmologischen und psychomotorischen Testergebnisse sowie die Veränderungen der aufgezeichneten Pulsfrequenzen.

Die Reduktion des optokinetischen Nystagmus sowie die negative Beeinträchtigung der Pupillenreaktion, der Akkommodation und des Farbsehvermögens (Grütters et al. 2003, Reichelt et al.) können u. a. Fehler oder Verzögerungen in der Bedienung der Brückengeräte und bei dem Erkennen von Schifffahrtszeichen hervorrufen. Viele Kapitäne hatten bei der Alkoholfahrt Schwierigkeiten, bestimmte Tasten möglichst schnell aufzusuchen, um etwa einen Alarm zu quittieren.

Sowohl Entfernungen zu anderen Schiffen wie auch deren Kurs und Geschwindigkeit wurden unter Alkoholeinfluss oftmals falsch eingeschätzt. Dies konnte daran gemessen werden, dass sich während der Alkoholfahrt in gehäufter Maß Gefahrsituationen und Beinahekollisionen mit Passierabständen von weniger als 100 Metern ereigneten. Natürlich sind dies keine nur dem visuellen System anzulastenden Effekte des Alkohols, da ebenfalls die Motorik sowie kognitive Leistungen beeinträchtigt, bzw. verlangsamt waren. Jedoch können besonders die beobachteten Verschlechterungen des Farbsehvermögens zu Gefahrsituationen führen, da Schifffahrtszeichen (z. B. die Bezeichnung der Fahrwasserseiten oder von Gefahrenstellen), Leitfeuer und Sichtzeichen der Fahrzeuge nach Farben interpretiert werden müssen. Eine Fehleinschätzung kann hier fatale Folgen haben.

Der Flimmerfrequenztest diente der Erfassung der zentralnervösen Funktionsbereitschaft im Sinne der Aktivierung oder Vigilanz („Arousal“). Physiologische Untersuchungen belegen, dass die Aktivierung des Organismus zentral gesteuert wird (s. Review Bobon et al. 1982). Die Flimmer-Verschmelzungsfrequenz gilt neben anderen Kriterien (z. B. EEG) als Indikator dieser zentralnervösen Funktionsbereitschaft. Da die Flimmerfrequenz von einer Reihe subjektiver Faktoren abhängt (Langecker et al. 2001), wurden neben den Rohwerten auch relative intraindividuelle Veränderungen zwischen einem Basiswert zu Versuchsbeginn, einer Messung nach dem nüchternen und nach dem alkoholisierten Versuchsteil gemessen (s. Abb. 4). Die Ergebnisse dieses Tests waren beweisend für eine alkoholbedingte Reduktion der Vigilanz. Bis auf einen Probanden erzielten alle Versuchsteilnehmer schlechtere Werte nach der Alkoholfahrt.

Die kontinuierlich registrierten Herzfrequenzen zeigten unter Alkoholeinfluss entweder eine Dämpfung oder eine Überreaktion vegetativer Reaktionen auf Stress. Dies kann mit einem gestörten Wahrnehmungsvermögen stress-induzierender Reize oder auch durch inadäquate Reaktionen auf solche Reize erklärt werden. Möglicherweise war auch die alkoholbedingte Enthemmung für eine überwiegend niedrigere Herzfrequenzkurve verantwortlich, da die Probanden sich scheinbar in Sicherheit wähnten und eine Gefahrensituation nicht mehr als Belastung empfanden. In jedem Fall waren diese Störungen als relevant für die Leistungsfähigkeit auf der Brücke anzusehen.

All diese Beeinträchtigungen des Wahrnehmungsvermögens, der Vigilanz und der Reaktionen sind an den deutlichen Ausfällen der nautischen Leistungen mitbeteiligt. Drei der 21 Kapitäne (P8, P11 und P18 s. Tabellen 7 bis 11) zeigten eine Verschlechterung in nur einer (P11) bis drei Kategorien. Dennoch war die Leistung dieser Kapitäne nicht mehr als realistisch einzuschätzen, da sie gekennzeichnet war durch übertrieben vorsichtige Fahrweisen und Manöver. Auf diese Weise wurde bewusst versucht, den negativen Einfluss des Alkohols in der Testsituation zu kompensieren. Obwohl diese kompensatorische Komponente nicht ausreichend differenziert in den Leistungskategorien erfasst werden konnte, zeigt dies doch, wie sehr sich die Kapitäne durch den Alkohol beeinträchtigt fühlten. In der Testsituation

haben sich diese Kapitäne besonders auf die Erfüllung ihrer Hauptaufgabe, nämlich das sichere Fahren des Schiffes, konzentriert. Die erzielten Ergebnisse waren im Vergleich zur Nüchternfahrt entweder genauso gut oder z. T. aus oben genannten Gründen besser. Interessanterweise fielen diese Probanden durch besonders verschlechterte Werte bei der Flimmerfrequenzmessung nach der Alkoholfahrt auf. Ursache dafür könnte die enorme Konzentration während der Alkoholfahrt und die nach Fahrtende einsetzende Erschöpfung mit Nachlassen der Vigilanz sein. Vermutlich würde die Leistung dieser Kapitäne unter anderen („realen“) Bedingungen mit ansteigender und langandauernder Arbeitsbelastung oder in einem Notfall drastisch einbrechen.

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Enthemmung nach Alkoholgenuss. Bis auf wenige Probanden verkannten die meisten Kapitäne eine nahende Gefahr und unterschätzten das Risiko.

In der gegenwärtigen Studie wurde eine Blutalkoholkonzentration von 1,0 ‰ während des alkoholbelasteten Versuchsteils angestrebt. Die tatsächlich gemessenen Werte zeigen eine gewisse Streubreite (Tab. 6). Ein Grund für Resorptionsverlust bzw. -verzögerung und damit für unterschiedliche individuelle BAK-Werte könnte das verabreichte Lunchpaket sein, da es bei Nahrungsaufnahme prinzipiell immer zu Störungen in der Alkoholresorption kommen kann. Dieses Lunchpaket wurde zwei Stunden vor Alkoholaufnahme gereicht, um hypoglykämische Phasen mit Leistungsminderung zu vermeiden. Insgesamt wurde aber eine Alkoholisierung um ca. 1 ‰ BAK erreicht.

Die Trinkgewohnheiten der Probanden, als Maß für die Alkoholtoleranz, variierten stark. Ein Zusammenhang zwischen Blutalkoholkonzentrationen während der Alkoholfahrt, der bewerteten nautischen Leistung und den Trinkgewohnheiten ließ sich nicht ermitteln. Sowohl Kapitäne mit hoher Alkoholtoleranz als auch Probanden mit niedrigen Blutalkoholkonzentrationen verschlechterten sich bei ihren Leistungen. Neuere Untersuchungen bestätigen die Annahme, dass bereits niedrige Blutalkoholkonzentrationen von 0,4 ‰ die sichere Führung eines Schiffes signifikant beeinträchtigen (Howland et al. 2001).



Kann eine Grenze der absoluten Fahrtüchtigkeit aus dem Straßenverkehr für den Schiffsverkehr übernommen werden?

Bereits in der Vergangenheit wurde eine Anpassung an die für Kraftfahrer geltende Höchstgrenze empfohlen. Dies setzt allerdings eine Vergleichbarkeit von Schiffs- und Straßenverkehr voraus.

Zunächst ist kein Grund erkennbar, weshalb ein alkoholisierter Schiffsführer aus medizinischer Sicht anders zu beurteilen wäre als ein in gleicher Weise betroffener Kraftfahrer. Beide müssen, wenn auch in einem anderen Umfeld, ihre Fahrweise den Verkehrsbedingungen anpassen, um so für sich und andere gefahrlos manövrieren zu können.

Dies gilt verschärft für die heutigen Bedingungen des Schiffsverkehrs. Durch immer höhere Geschwindigkeiten, kürzere Hafenziegezeiten mit vermehrter Arbeitsbelastung, Stress und dem zunehmenden Aufkommen von Freizeitskippern und Schiffstransporten sind die Ansprüche an Navigation, Reaktionsfähigkeit und richtige Einschätzung der gegenwärtigen Situation durch den Schiffsführer deutlich gestiegen. Auch wenn im Schiffsverkehr geringere Geschwindigkeiten als im Straßenverkehr vorliegen, ist jedoch aufgrund größerer Aufstoppwege und eingeschränkter Manövrierfähigkeit höchste Aufmerksamkeit gefordert, die vorausschauendes und oft rasches Handeln fordert. Hinzu kommt die immer umfangreicher werdende Menge von gesetzlichen Sonderregelungen und, anders als im Straßenverkehr, die unterschiedlichen Witterungs- und Strömungsverhältnisse. Letztlich müssen auch Größe und Geschwindigkeit der anderen Verkehrsteilnehmer auf dem Wasser eingeschätzt werden. Eine Differenzierung erscheint somit mehr als erforderlich.

Die Vergleichbarkeit der Anforderungen an Straßen- und Schiffsverkehr sind somit durchaus gegeben. Es bestehen also keine Argumente, die gegen die Übertragung des Grenzwertes von 1,1 ‰ BAK im Straßenverkehr auf den Schiffsverkehr angeführt werden könnten.

## 5. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war das Zusammenstellen eines umfangreichen Datenmaterials zur Frage der Beeinträchtigung von Teilnehmern am Schiffsverkehr durch Alkoholeinfluss bei einer Blutalkoholkonzentration von ca. 1,0 ‰ sowie die Erarbeitung von Vorschlägen für einen Grenzwert für die absolute Untüchtigkeit zum Führen eines Wasserfahrzeuges.

Zur Klärung des konkreten Risikos auf den Schiffslenker wurde der Grenzwert für die absolute Fahruntüchtigkeit im Straßenverkehr als Zielkonzentration für diesen Versuch definiert.

In einem Schiffssimulator mussten 21 Kapitäne ein Containerschiff auf dem Weg durch die Deutsche Bucht führen, wobei verschiedene Situationen auf See, bzw. an Bord bewältigt werden mussten. Die nautische Leistung der Kapitäne wurde anhand von zwei Simulatorfahrten durch seemännisch erfahrene Hochschullehrer der Fachhochschule Hamburg, Bereich Nautik mit Hilfe standardisierter Prüfprotokolle bewertet.

Die erste der jeweils 45 Minuten dauernden Fahrten erfolgte nüchtern, die zweite Fahrt unter Alkoholeinfluss (Ziel-BAK ca. 1,0 ‰). Anhand von drei Blutentnahmen wurde der Verlauf der BAK eines jeden Probanden dokumentiert.

In den Prüfprotokollen wurden neun Leistungskategorien („Kommunikation“, „Vorbereitung“, „Kartenarbeit“, „Navigation“, „Sorgfalt“, „Risikobereitschaft“, „Konzentration“, „Vorausschau“, „Situationseinschätzung“) sowie der „Gesamteindruck des Kapitäns“ erfasst. Zusätzlich wurden ophthalmologische und psychomotorische Tests und eine kontinuierliche Herzfrequenzmessung durchgeführt, um Alkoholeinflüsse auf das visuelle System, die Vigilanz und das vegetative System zu erfassen.

Die Veränderung der nautischen Leistung unter Alkohol war eindeutig. 18 der 21 Kapitäne zeigten massive Leistungsausfälle in mindestens fünf von neun Leistungskategorien. Die übrigen drei hatten Einbußen in ein bis drei Leistungskategorien. Nach dem Gesamteindruck beurteilt war kein Kapitän mehr fahrtüchtig. Besonders auffällig waren Beeinträchtigungen der Situations-

einschätzung, des Konzentrationsvermögens und der seemännischen Sorgfalt sowie eine gesteigerte Risikobereitschaft.

Die ophthalmologischen und psychomotorischen Ergebnisse sowie die Werte der Pulsfrequenz zeigten eine Minderung der Wahrnehmung, der Reaktionsfähigkeit, der Vigilanz sowie unphysiologische vegetative Reaktionen auf Alkohol.

Keiner der Teilnehmer war nach Alkoholaufnahme mehr in der Lage, das simulierte Schiff in angemessener Weise zu steuern. Eine Minderung der Leistung in den Kategorien Situationseinschätzung, Vorausschau, Konzentration, Risikobereitschaft und Sorgfalt ist mit einer für Mensch, Material und Umwelt sicheren Führung eines Schiffes unvereinbar. Dies gilt nicht nur für einen Containerfrachter, sondern für jeglichen Berufs- und auch Freizeitverkehr auf dem Wasser. Bezüglich der Daten von Howland et al. 2001 und den Ergebnissen dieser Studie ist festzuhalten, dass Blutalkoholkonzentrationen von wenigstens 0,4 ‰ bereits ein hohes Risiko darstellen, Blutalkoholkonzentrationen um 1,0 ‰ jedoch eine ausreichend sichere Fahrweise im Schiffsverkehr ausschließen (Ritz-Timme et al. 2006).

Es kann geschlussfolgert werden, dass das Risiko einer durch Alkohol verschlechterten Fahrleistung im Schiffsverkehr mindestens so hoch ist wie im Straßenverkehr. Der Alkoholeinfluss wurde bisher von Seeleuten, Freizeitskippern und auch Juristen unterschätzt. Nach den Ergebnissen dieses Versuches stellt eine Blutalkoholkonzentration des Schiffsführers von 1,0 ‰ eine ganz erhebliche Gefährdung der Schifffahrt dar und ist als Straftat zu verfolgen.

Die Festlegung eines Grenzwertes von 1,1 ‰ BAK für die absolute Fahruntüchtigkeit am Ruder analog der Fahruntüchtigkeit im Straßenverkehr erscheint somit aus wissenschaftlicher Sicht und im Sinne einer höheren Sicherheit auf dem Wasser zwingend geboten, wobei letztlich eine Null-Promille-Regelung die konsequenteste Lösung sein dürfte.

## 6. Literaturverzeichnis

- Bobon D P, Lecoq A, von Frenckell R, Mormont I, Lavergne G, Lottin T (1982)  
Kritische Flimmerfrequenz in der Psychopathologie und  
Psychopharmakologie. Literaturübersicht.  
Acta Psychiatr. Belg. 82, 7-112
- Chochinov A (1998)  
Alcohol "on board", man overboard – boating fatalities in Canada.  
Canadian Medical Association 159, 259-260
- Cook C C H (1997)  
Alcohol and aviation.  
Addiction 92, 539-556
- Forster B, Joachim H (1975)  
Blutalkohol und Straftat. Nachweis und Begutachtung für Ärzte und Juristen.  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Glover E D, Lane S, Wang M Q (1995)  
Relationship of alcohol consumption and recreational boating in Beaufort  
County, North Carolina.  
J. Drug Educat. 25, 149-157
- Grüner O (1957)  
Die Verteilung des Alkohols im Blut.  
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 46, 10-17
- Grütters G, Reichelt J A, Ritz-Timme S, Thome M, Kaatsch H J (2003)  
Beeinträchtigung der Sicherheit im Schiffsverkehr durch Alkohol: Einfluss auf  
das visuelle System.  
Ophthalmologie 100, 391-5

Helmer R, Peters K (1976)

Zum Begriff der „sicheren Führung“ von Wasserfahrzeugen und ihre  
„Behinderung durch Alkoholeinfluß“.  
Blutalkohol 13, 39-44

Howland J, Rohsenow D J, Cote J, Siegel M, Mangione T W (2000)

Effects of low-dose alcohol exposure on simulated merchant ship handling  
power plant operation by maritime cadets.  
Addiction 95, 719-726

Howland J, Rohsenow D J, Cote J, Gomez B, Laramie A K (2001)

Effects of low-dose alcohol exposure on simulated merchant ship piloting by  
maritime cadets.  
Accid Anal Prev 33, 257-265

Janssen W (1981)

Alkohol auf dem Wasser – Erfahrungen der letzten Jahre und Begründung der  
Notwendigkeit einer zukünftigen Grenzwertgestaltung für den  
Sicherheitsbereich an Bord von Schiffen.  
Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin 1981  
Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 31, 44-49

Janssen W, Mätzsch T et al (1987)

Alkoholeinfluß auf die Sicherheit im Schiffsverkehr – Begründung eines  
Promille-Grenzwertes.  
Gutachten für das OLG Schleswig, Hansa-Schiffahrt-Hafen 124, 659-662

Janssen W, Naeve W (1975)

Zur Einführung eines Promille-Grenzwertes in der See- und BinnenSchiffahrt.  
Blutalkohol 12, 354-359

- Langecker M, Linzmayer L, Semlitsch H V (2001)  
Possible confounding variables on the flicker-fusion frequency: temperament, well-being, cognitive information processing speed.  
Z. Exp. Psycho. 48, 317-326
- Liguori A, D'Agostino R B, Dworkin S I, Edwards D, Robinson J H (1999)  
Alcohol effects in mood, equilibrium, and simulated driving.  
Alcohol Clin. Exp. Res. 23, 815-821
- Logan P, Sacks J J, Branche C M, Ryan G W, Bender P (1999)  
Alcohol influenced recreational boat operation in the United States, 1994.  
Am. J. Prev. Med. 16, 278-282
- Naeve W (1976)  
Bedeutung des Alkohols bei tödlichen Unfällen an Bord und im Hafen.  
Blutalkohol 13, 27-38
- Naeve W, Klages U (1974)  
Trunkenheit bei der Führung eines Schiffes.  
Blutalkohol 11, 357-385
- Penttilä A, Pikkarainen J (1983)  
Trunkenheit am Ruder im Motorbootverkehr in Finnland.  
Beiträge zur gerichtl. Medizin XLII, 113-121
- Reichelt J A, Grütters G, Ritz-Timme S, Grütters M. and Kaatsch H J (2003)  
Beeinträchtigung der Sicherheit im Schiffsverkehr durch Alkohol:  
Pupillographie und Augenbewegungsmessungen.  
Ophthalmologie 100, 396-401

Ritz-Timme S, Thome M, Grütters G, Grütters M, Reichelt J, Bilzer N, Kaatsch H J  
(2006)

What shall we do with the drunken sailor? Effects of alcohol on the  
performance of ship operators.

J Forensic Science International 156, 16-22

Schütz H (1983)

Alkohol im Blut.

Verlag Chemie, Weinheim

Seifert B (1997)

Zur strafrechtlichen Behandlung der Trunkenheit am Ruder.

N.Z.V. 1997, 147-149

Smith G S, Keyl P M, Hadley J A, Bartley C L, Foss R D, Tolbert W G, McKnight J  
(2001)

Drinking and recreational boating fatalities: a population-based case-control  
study.

JAMA 286, 2974-2980

## 7. Anhang

### 7.1 Merkblatt für Teilnehmer der Studie Alkohol im Schiffsverkehr

#### **Merkblatt für Teilnehmer der Studie** **Alkohol im Schiffsverkehr**

Hintergrund dieser Untersuchungen ist eine durch Alkoholeinfluss verminderte Fähigkeit, am Schiffsverkehr teilzunehmen.

Sie nehmen als Proband an Simulatorversuchen sowohl im nüchternen als auch im alkoholisierten Zustand teil.

Der Versuch dauert etwa fünf Stunden und ist folgendermaßen aufgebaut:

1. Begrüßung und Erläuterung des Versuches
2. Ärztliche, augenärztliche und testpsychologische Untersuchungen
3. Probelauf zum Kennenlernen des Simulators mit Geräteeinweisung
- 4. 45 Minuten Simulatorfahrt (nüchtern)**
5. Alkoholaufnahme, anschließend Resorptionszeit
- 6. 45 Minuten Simulatorfahrt (alkoholisiert)**
7. Abschließende Untersuchungen

Wir bitten Sie, nüchtern zum Versuch zu erscheinen, d.h. keine Nahrungseinnahme innerhalb der letzten zehn und keine Alkoholeinnahme innerhalb der letzten 20 Stunden.

Sie werden vor Versuchsbeginn ein Lunchpaket erhalten. Am Versuchstag wird Ihnen dreimal eine Blutprobe entnommen. Dazu wird eine Vene in der Armbeuge punktiert und insgesamt 20 ml Blut gewonnen. Wie bei Blutentnahmen bei Ihrem Hausarzt kann es am Punktionsort in seltenen Fällen zu Blutergüssen, ggf. auch zu kleinen Entzündungen kommen.

Da Sie im weiteren Verlauf des Tages eine Alkoholmenge zu sich nehmen werden, die mengenmäßig einem „gesellschaftlichen Anlass“ entsprechen könnte und zu etwa 1,0 ‰ Blutalkoholkonzentration führt, bitten wir Sie zu berücksichtigen, dass Sie vermutlich erst zehn Stunden nach Versuchsende wieder am Straßenverkehr teilnehmen können. Falls Sie keine Möglichkeit der Rückfahrt haben sollten, wird diese in jedem Fall gewährleistet sein.

Sie dürfen an dieser Studie nicht teilnehmen, wenn Sie eine Alkoholproblematik aufweisen (Alkoholmissbrauch, Alkoholunverträglichkeit oder Alkoholallergie) oder an einer Erkrankung der Leber oder des Herz-Kreislaufsystems leiden.



Während des Versuches wird es Ihre Aufgabe sein, als Wachoffizier das Schiff möglichst sicher auf einer zuvor festgelegten Reiseroute durch die Deutsche Bucht zu bewegen. Dabei können alle Aufgaben anfallen, die zu einem „normalen“ Schiffsbetrieb gehören (Schiffsverkehr, Kommunikation, Gerätebedienung, evt. Nebenaufgaben etc.).

Folgende Untersuchungen und Tests werden mit Ihnen durchgeführt:

- Blutdruckmessung
- Herzfrequenzmessung
- Schweißsekretionsmessung
- Fernvisusbestimmung (Messung des Sehvermögens)
- Test auf Phorie (misst Abweichungen von der Normalstellung der Augen)
- Nahvisusbestimmung
- Stereosehen (Titmus-Fly) (misst räumliches Tiefensehen)
- Nystagmus-Messung (misst unwillkürliche rhythmische Augenbewegungen)
- Flimmerverschmelzungsfrequenz-Test (misst die Wachheit)
- Blutalkoholkonzentrationsbestimmung

Die Auswertung der Ergebnisse und Befunde wird selbstverständlich in anonymisierter Form erfolgen.

Über den gesamten Zeitraum wird mindestens ein Arzt für Zwischenfälle im Simulatorbereich sein.

Falls Sie noch weitere Fragen bezüglich des Versuches, den Aufgaben oder Ihrer Teilnahme haben sollten, so können Sie diese am Versuchstag noch stellen. Es wird ausreichend Zeit vorhanden sein, Fragen und Bedenken zu beantworten.

## 7.2 Einverständniserklärung

### Einverständniserklärung

zur Teilnahme an der Studie

#### **„Beeinträchtigung der Sicherheit im Schiffsverkehr durch Alkoholeinfluss“**

Ich bin ausreichend in schriftlicher und mündlicher Form über Zweck und Verlauf der Studie sowie über mögliche Risiken aufgeklärt worden.

Die Teilnahme an der Studie beruht auf Freiwilligkeit. Ich kann jederzeit ohne Angabe von Gründen von der Studie zurücktreten. Ich weiß, dass ich im Rahmen der Studie eine Alkoholmenge zu mir nehmen werde, die einem „gesellschaftlichen Trinken“ entsprechen könnte und zu einer Blutalkoholkonzentration von ca. 1,0 ‰ führt. Hiermit bestätige ich, dass ich weder übermäßig noch überhaupt keinen Alkohol konsumiere. Es besteht auch keine seltene Form der Alkoholunverträglichkeit. Ich verpflichte mich, bis zehn Stunden nach Versuchsende nicht am Straßenverkehr teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass die im Merkblatt angeführten Untersuchungen und Tests sowie Blutentnahmen durchgeführt werden.

Ich bin außerdem darüber informiert worden, dass die bei mir gemessenen Ergebnisse anonym dokumentiert und von ärztlicher Seite wissenschaftlich ausgewertet und möglicherweise veröffentlicht werden.

Hiermit gebe ich meine Zustimmung zur Teilnahme an dieser Studie. Ich habe ein „Merkblatt für Teilnehmer der Studie“ sowie eine Kopie dieser Einverständniserklärung erhalten.

Ort, Datum, Unterschrift der Probandin / des Probanden

---

Ort, Datum; Unterschrift der Ärztin / des Arztes

---

### 7.3 Fragebogen

#### Biographische und medizinische Daten

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ geb.: \_\_\_\_\_

Proband Nr.: _____
--------------------

• Alter: \_\_\_\_\_ Jahre

• Geschlecht: weiblich   
 männlich

• Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm

• Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

• Trinkgewohnheiten:

1. Welche alkoholhaltigen Getränke nehmen Sie in welcher Menge zu sich ?

Getränk(e) : \_\_\_\_\_

Menge : \_\_\_\_\_ ( pro Woche )

2. Wie würden Sie sich selbst einschätzen ?

ich trinke eher selten Alkohol

ich trinke gelegentlich Alkohol

ich trinke häufiger bis regelmäßig Alkohol

• Ich bin Raucher  Menge pro Tag: \_\_\_\_\_  
 Nichtraucher

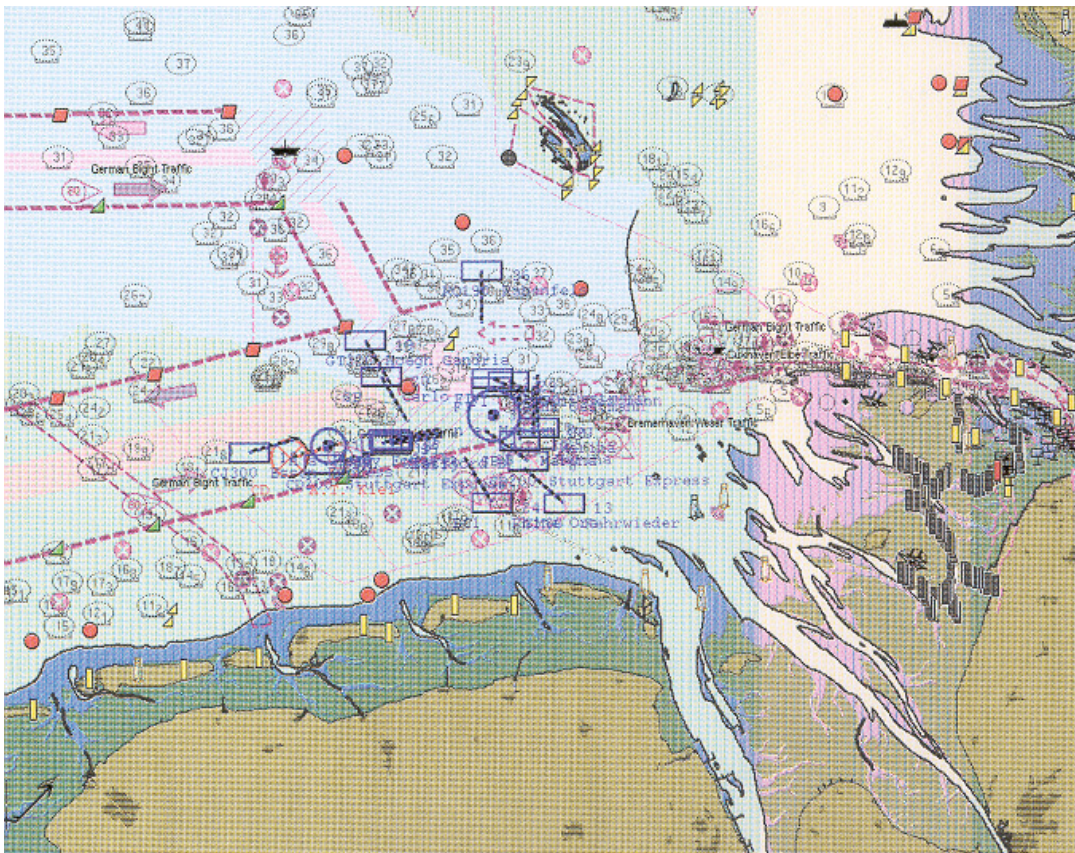
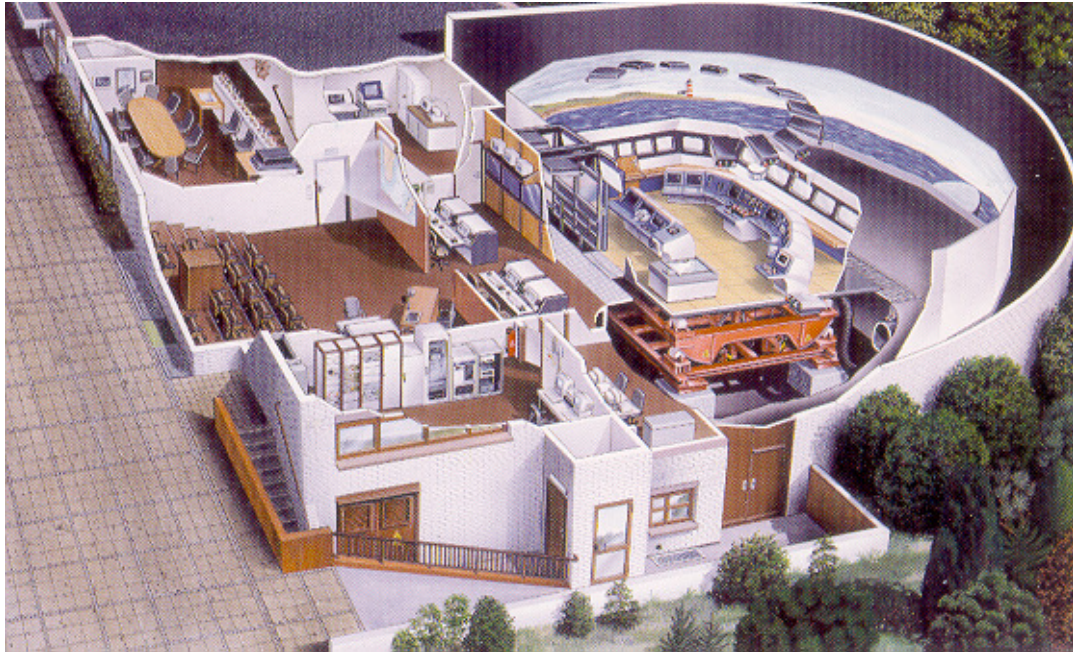
• Haben Sie chronische Erkrankungen, wenn ja welche seit wann ?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- Haben oder hatten Sie Erkrankungen der Augen ?
  - nein
  - ja  \_\_\_\_\_ ( Art der Erkrankung )
- Nehmen Sie dauerhaft Medikamente ein, wenn ja welche ( Bezeichnung und Menge ) ?
   
\_\_\_\_\_
   
\_\_\_\_\_
- Betreiben Sie Sport, wenn ja wie oft welche Sportart ?
   
\_\_\_\_\_
   
\_\_\_\_\_
- Berufserfahrung:
  1. Über wie viele Jahre Berufspraxis verfügen Sie ? \_\_\_\_\_ Jahre
  2. Ihr aktueller Rang an Bord: \_\_\_\_\_
  3. Ihr letzter Schiffstyp ist / war : \_\_\_\_\_ seit: \_\_\_\_\_
  4. Sind sie schon im „SUSAN-Simulator“ gefahren ?
    - nein
    - ja  , etwa \_\_\_\_\_ Stunden
- Aktuelles:
  1. Wie lange haben Sie heute Nacht geschlafen ? \_\_\_\_\_
   
Stunden
  2. Wann haben Sie zuletzt gegessen ?
   
\_\_\_\_\_
  3. Wann haben Sie zuletzt Alkohol getrunken ?
   
\_\_\_\_\_
  4. Haben Sie heute bereits Medikamente eingenommen ?
    - nein
    - ja

**Vielen Dank**

## 7.4 Schiffssimulator SUSAN und Darstellung des Seegebietes



### 7.5 Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei NF (Szenarium eastbound) 1/2

Zeit und Ereignis	Erwartete Reaktion	Reaktion		
		Ja	Nein	keine
12.00 Beginn der Übung / Eingewöhnungsphase Die Fahrzeuge in nächster Nähe werden gegeben				
12.04 Wetterbericht auf Kanal 16 angekündigt, auf 80 gesendet	1. Wird die Nachricht gehört ?			
	2. Sind die Kanäle 16 u. 80 geschaltet ?			
	3. Wird die Nachricht ver- arbeitet ?			
12.08 Passage Report an German Bight Traffic	4. Anruf auf dem richtigen Kanal ?			
	5. Report vorschriftsmäßig ?			
	6. War der Report rechtzeitig ?			
12.10 Schiff durchfährt eine Nebelbank	7. Wird das Radar konzentriert beobachtet ?			
	8. Alle Sicherheitsmaßnahmen? Signale,Ausguck,Lichter,Position			
	9. Fahrtminderung ?			
12.10 Gastanker (G) Hoegh Gandia kommt von Bb, steuert die Jade an, passiert 1,3 sm ab	10. Wurde der G sofort erfaßt ?			
	11. Wird der Kurs geändert ?			
	12. Richtige Kursänderung ?			
	13. Kursänderung ausreichend ? richtige Ausweichregeln?			
12.13 Ausfall des GPS	14. Wird der Ausfall erkannt ?			
	15. Wird der Alarm quittiert ?			
	16. Wird eine Alternative ge- sucht ( Log Speed ) ?			
	17. Wird diese richtig ausge- führt ? wurde mitgekoppelt?			
12.16 GPS kommt wieder, muß auf User geschaltet werden. Radar kann wieder auf GPS-Speed geschaltet werden – muß aber nicht	18. Wird das GPS umgeschaltet ?			
	19. Wird das Radar umge- schaltet ?			
	20. Waren diese Umschaltvor- gänge korrekt ?			
12.20 Massengutfrachter Rhine Ore von Sb aus der Jade kommend, CPA ca. 600 m	21. Wird der Frachter erfaßt ?			
	22. Wird der Kurs geändert ?			
	23. War die Kursänderung zeitig?			
	24. Kursänderung ausreichend ? Plotting durchgeführt?			

## 7.5 Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei NF (Szenarium eastbound) 2/2

Zeit und Ereignis	Erwartete Reaktion	Reaktion		
		Ja	Nein	keine
12.23 Containerschiff Stuttgart Express, 2,6 sm ab	25. Wird das Schiff erfaßt ?			
	26. Wird es weiter beobachtet ? Plotting?			
12.28 KüMo Kehrwieder 2 sm an Sb	27. Wird das Schiff erfaßt ?			
	28. Wird es weiter beobachtet ?			
	29. Wird richtig gehandelt?			
12.29 Kursänderung nach Sb	30. Wird die Kursänderung gut ausgeführt ?			
	31. Werden andere Verkehrs- teilnehmer berücksichtigt ?			
12.32 Schiff geht wieder auf Kurs	32. Wird die Kursänderung gut ausgeführt ?			
12.32 RoRo-Schiff von Bb 1 <sup>st</sup> Give way vessel weicht im letzten Augenblick aus	33. Wird die Fähre erfaßt ?			
	34. Wird der Kurs gehalten ?			
	35. Finden sonstige Reaktionen statt ( Signal etc. ) ?			
12.35 Schiff läuft in eine Nebelbank	36. Wird das Radar konzentriert beobachtet ?			
	37. Alle Sicherheitsmaßnahmen? Signale, Ausguck, Lichter, Position			
	38. Wird die Fahrt vermindert ?			
12.36 Maschine reduziert um 50 %	39. Wird der Ausfall bemerkt ?			
	40. Wird Maschine angerufen ?			
	41. Finden sonstige Rkt. statt ?			
12.37 3 Segler ( 2 mit Radarreflektor) näheren sich, evt. etwas Raum geben	42. Werden die Kontakte als Segler erkannt ?			
	43. Werden sie vis. beobachtet ?			
	44. Werden sie auf dem Radar beobachtet ?			
	45. Wird Raum gegeben ?			
12.45 Abbruch des Laufes	46. Finden sonstige Rkt. statt ?			
Kommentar:				

## 7.6 Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei AF (Szenarium westbound) 1/2

Zeit und Ereignis	Erwartete Reaktion	Reaktion		
		Ja	Nein	keine
12.00 Beginn der Übung / Eingewöhnungsphase Die Fahrzeuge in nächster Nähe werden gegeben				
12.05 G German Bight Traffic sendet Warnnachricht, ankündigen auf Kanal 16, senden auf Kanal 80	1. Wird die Nachricht gehört ?			
	2. Sind die Kanäle 16 u. 80 geschaltet ?			
	3. Wird die Nachricht ver- arbeitet ?			
12.07 Das Schiff durchfährt eine Nebelbank ( Wetterbericht muß vorgegeben werden )	4. Wird das Radar konzentriert beobachtet ?			
	5. Alle Sicherheitsmaßnahmen? Signale,Ausguck,Lichter,Position			
	6. Fahrtminderung ?			
12.12 Segler an Bb, davon 1 Segler mit, 1 Segler ohne Radarreflektor	7. Werden die Segler beobachtet?			
	8. Beobachtung per Radar(plot)?			
	9. Visuelle Beobachtung ?			
	10. Wird Raum gegeben ?			
ca. 12.12 Gastanker (G) 4 Strich von Sb kreuzend  Info: Das Schiff läuft gut vor dem Steven	11. Wird der G auf dem Radar erfaßt, mitgeplotet?			
	12. Wird der G visuell erfaßt ?			
	13. Wird der Kurs geändert ?			
	14. War die Kursänderung zweckmäßig ?			
ca. 12.12 Küstenmotorschiff (KüMo) von Bb  Info: KüMo soll das Heck passieren	15. Wird das KüMo erfaßt ?			
	16. Wird es weiter beobachtet ?			
	17. Wird richtig reagiert ? ( evt. Kursänderung )			
12.17 Nebelbank	18. Wird das Radar konzentriert beobachtet?			
	19. Alle Sicherheitsmaßnahmen? Signale,Ausguck,Lichter,Position			
	20. Fahrtminderung?			



## 7.6 Protokoll: Reaktion auf Ereignisse bei AF (Szenarium westbound) 2/2

Zeit und Ereignis	Erwartete Reaktion	Reaktion		
		Ja	Nein	keine
12.18 Nautische Warnnachricht ( Auf 16 Ankündigung, auf 80 gesendet )	21. Wird die Nachricht auf Kanal 16 wahrgenommen ?			
	22. Wird / ist auf Kanal 80 ge- schaltet ?			
12.20 Rudermaschinenalarm Alarm muß quittiert werden	23. Wird der Alarm quittiert ?			
	24. Auf 2. Maschine umgest. ?			
	25. Umstellung per Tastendruck ?			
12.23 Fischer voraus, evt. nach Sb ausweichen, um Sicherheitsabstand wieder herzustellen	26. Werden die Fahrzeuge wahr- genommen ?			
	27. Werden sie als Fischer er- kannt ?			
	28. Wird ausgewichen ?			
12.28 Fehlereinspielung: Dopplerlogge +20%	29. Wird der Fehler bemerkt ?			
	30. Wird das Radar auf GPS um- gestellt ?			
	31. Erfolgte die Umstellung richtig ?			
12.30 Dopplerlogge fällt ganz aus.	32. Wird der Ausfall bemerkt ?			
	33. Wird gehandelt ?			
	34. Wird auf GPS umgestellt / bzw. manual			
12.35 Fähre von Bb mit hoher Geschwindigkeit und weicht im letzten Moment aus	35. Wird die Fähre beobachtet ?			
	36. Wird die hohe Geschwindig- keit erkannt ?			
	37. Wird der Kurs gehalten ?			
	38. Wird der Kurs geändert ?			
12.45 Abbruch des Laufes	39. Finden andere / richtige Re- aktionen statt ?			
Kommentar:				

## 7.7 Protokoll: Bewertung der Schiffsführung nach Kriterien

Merkmale		Benotung				
		sehr gut 1	gut 2	befriedigend 3	ausreichend 4	mangelhaft 5
1.	<b>Planung:</b> -Vorbereitungen -Karte / Position -Orientierung					
2.	<b>Situationsanalyse:</b> -prompt erfaßt / reagiert -souverän / gelassen / flexibel analysiert -klar entschieden / geklärt -Eigenschiffsinteressen durchgesetzt -Umwelt- / Fremdinteressen erkannt					
3.	<b>Kommunikation:</b> - laut / deutlich, -wiederholen -rechtzeitig / eindeutig -englisch / deutsch / Phrases -aktiv / passiv -security calls					
4.	<b>Fahren &amp; navigieren:</b> -optische Beobachtung / Radarunterstützung -Wind / Strom / Sicht berücksichtigt -Verkehr / Verkehrslenkung -Geschwindigkeit -Maschinenmanöver					
5.	<b>Dokumentation / Kartenarbeit:</b> -Positionsangaben in der Karte -Sorgfalt					

		sehr gering	gering	normal	hoch	sehr hoch
6.	<b>Risikobereitschaft:</b>					
7.	<b>Konzentration / Aufmerksamkeit:</b>					
8.	<b>Sorgfalt:</b>					
9.	<b>Vorausschau:</b>					

<b>10. Besonderheiten / Auffälligkeiten / Erläuterungen / Gesamteindruck:</b>

## Danksagungen

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Dr. jur. Hans-Jürgen Kaatsch und Frau Prof. Dr. med. Stefanie Ritz-Timme (nun Direktorin des Instituts für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Düsseldorf) für die Überlassung des Themas dieser Doktorarbeit sowie für die Geduld und wertvollen Anregungen, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch Herrn Prof. Dr. med. Manfred Oehmichen (ehem. Direktor des Instituts für Rechtsmedizin der CAU zu Kiel) danken, der mich während einer Famulatur im Institut der Rechtsmedizin auf diesen bevorstehenden Versuch aufmerksam machte.

Herrn Prof. Kapt. Dieter Lemburg (ehem. wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Schiffsbetrieb, Seeverkehr und Simulation (ISSUS) der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg), Herrn Dipl. Naut. Kapt. Hermann von Morgenstern und dem ehem. SUSAN-Team danke ich für die Bereitstellung des Simulators sowie für die engagierte Betreuung während des Versuches.

Ich danke auch Frau Dr. med. Gertje Grütters, Herrn Dr. med. Martin Grütters und Herrn Dr. med. Jan Reichelt, welche mit den ophthalmologischen und kardiologischen Untersuchungen die Interdisziplinarität dieses Versuches unterstrichen haben.

Herrn Dipl. Ing. Norbert Bilzer und dem Team des Blutalkohollabors der Rechtsmedizin Kiel danke ich für die Auswertung und Analyse der BAK-Werte der Blutproben.

Und schließlich möchte ich mich auch beim Bund gegen Alkohol und Drogen im Strassenverkehr e. V. (B.A.D.S.) bedanken, der durch großzügige finanzielle Unterstützung die Durchführung des Versuches erst ermöglichte.

## Lebenslauf

Name: Mark Thome  
 Geburtsdatum: 27.04.1974  
 Geburtsort: Stade  
 Eltern: Ute und Oberst a. D. Eckhard Thome  
 Konfession: evangelisch  
 Familienstand: verheiratet mit Julia Thome

### Schulische Ausbildung

---

1980 – 1984 Grundschulen Munster und Hankensbüttel  
 1984 – 1986 Orientierungsstufe Altenwalde  
 1986 – 1995 Kaiserin-Auguste-Viktoria Gymnasium und Gymnasium Ernestinum Celle

### Marineausbildung

---

1995 – 1997 Zweijährige Reserveoffiziersausbildung,  
 zuletzt als Fähnrich zur See auf Fregatte FGS „Lübeck“

### Hochschulausbildung

---

10/1997 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
 08/1999 Physikum  
 03/2001 1. Staatsexamen  
 03/2003 2. Staatsexamen  
 04/2003 Praktisches Jahr  
 - Innere Medizin, Klinikum Itzehoe  
 - Department of Diabetes & Endocrinology, St. Thomas´ Hospital, King´s College London, Großbritannien  
 - Klinik für HNO, Kantonspital Luzern, Schweiz  
 - Allgemein Chirurgie und Traumatologie, Klinikum Itzehoe  
 05/2004 3. Staatsexamen

Beruf

---

Seit 06/2004

Assistenzarzt in Weiterbildung in der  
Abteilung für Allgemein-, Visceral- und Gefäßchirurgie  
Krankenhaus Buchholz i.d.N.  
(Chefarzt Herr Dr. med. Wolf-Dieter Fokuhl)

---