



Usability digitaler Navigationsgeräte in der Sportschifffahrt: Explorative Untersuchung und Konzeption von Richtlinien

Masterarbeit
David Jung (323762)

23.01.2016

Betreuerin: Prof. Dr. Gisela Müller-Plath
Zweitgutachter: Dipl.-Psych. Nils Klöckner

Technische Universität Berlin
Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme
Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft
Fachgebiet: Psychologie Neuer Medien und Methodenlehre



I. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und eigenhändig sowie ohne unerlaubte fremde Hilfe und ausschließlich unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Samstag, 23. Januar 2016. Berlin.

II. Zusammenfassung

Die Verbreitung digitaler Seekartenplotter schreitet auch in der Sportschiffahrt stetig voran. Dennoch verringerte sich die Anzahl der 2014 im Vergleich zu 2004 gemeldeten Seeunfälle nur geringfügig (Bundestelle für Seeunfalluntersuchung, 2015). Ein Grund hierfür könnte die unzureichende Usability (dt. Gebrauchstauglichkeit) der erhältlichen Geräte und die dadurch entstehenden Fehler in der Mensch-Maschine-Interaktion sein (vgl. Hetherington, Flin & Mearns, 2006). Da Usability-Probleme in den meisten Fällen nicht trivial zu erkennen sind und sowohl der Nutzer als auch der Umgebungskontext die Nutzung beeinflussen ist es erforderlich Usability-Tests durchzuführen. Basierend auf den Erkenntnissen eines solchen Tests werden in der folgenden Arbeit allgemeine Gestaltungsrichtlinien formuliert. Werden diese bei der Gestaltung von Seekartenplottern befolgt, sollten möglichst gebrauchstaugliche Systeme entstehen.

Im Verlauf der Masterarbeit sollten neun Probanden drei verschiedene Seekartenplotter in den zwei Anwendungsfällen Routenplanung und Navigation testen. Während der explorativen Untersuchung der Geräte, die auf drei unterschiedlichen Törns auf der Ostsee stattfand, waren die Probanden angehalten laut zu denken. Die Protokolle wurden ausgewertet und die gefundenen Usability-Probleme systematisch kategorisiert. Außerdem wurden die standardisierten Tests ISONORM 9241/10 und AttrakDiff 2 eingesetzt, um die subjektive Usability-Bewertung und User Experience der Probanden zu erfassen. Zusätzlich wurde das Keystroke-Level Modell angewendet, um die Stärken und Schwächen aller Geräte genauer zu verstehen.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine ausführliche Gestaltungsrichtlinie formuliert, wobei die Hinweise in acht Themenbereiche gegliedert wurden:

- (1) Passe die Eingabegeräte an den Anwendungsfall an.
- (2) Befolge gängige Konventionen der Touchscreenbedienung.
- (3) Nutze Vektorkarten, aber...
- (4) Präsentiere die wichtigsten Information angemessen: Die Route.
- (5) Vereinfache die Menüstruktur.
- (6) Gestalte Workflows, nicht Funktionen.
- (7) Gestalte ein transparentes System.
- (8) Beachte unterschiedliche Anwendungsfälle und Nutzervorlieben.

Zukünftige Arbeiten sollten auf Grundlage der formulierten Richtlinie weitere Usability-Tests durchführen, um diese zu validieren und weiter zu generalisieren.

III. Inhalt

I. Eidesstattliche Erklärung	1
II. Zusammenfassung	2
III. Inhalt	3
IV. Abbildungsverzeichnis	5
V. Tabellenverzeichnis	6
VI. Glossar	7
VII. Abkürzungsverzeichnis	10
1. Einleitung	11
2. Theoretischer Hintergrund	13
2.1. Sicherheitslage	13
2.2. Navigation	15
2.3. DIN EN ISO 9241	17
2.3.1. DIN EN ISO 9241-11	18
2.3.2. DIN EN ISO 9241-110	18
2.4. Usability in der Navigation	21
2.4.1. Vergleich der Navigationstätigkeit auf See und auf Land	21
2.4.2. Navigationsgeräte in PKWs	23
2.4.3. Navigationsgeräte für Fußgänger	25
3. Fragestellung	26
4. Methoden	27
4.1. Die Kartenplotter	27
4.1.1. Raymarine eS75	27
4.1.2. Garmin GPSmap 721	27
4.1.3. Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator	28
4.2. Apparatur & Material	28
4.3. Usability-Test	29
4.3.1. Versuchspersonen	29
4.3.2. Ablauf	30

4.3.3.	Versuchsplan	32
4.3.4.	Erhebungsmethodik	32
4.3.5.	Auswertungsmethodik	38
5.	Auswertung	40
5.1.	Keystroke-Level Modell (KLM)	40
5.2.	Usability-Test: Routenplanung	43
5.2.1.	Standardisierte Tests	43
5.2.2.	Protokolle des lauten Denkens	45
5.3.	Usability-Test: Navigation	55
5.3.1.	Standardisierte Tests	55
5.3.2.	Protokolle des lauten Denkens	57
6.	Diskussion	68
6.1.	Usability von Seekartenplottern	68
6.2.	Geltungsbereich und Limitation	74
7.	Gestaltungsrichtlinien	76
7.1.1.	Passe die Eingabegeräte an den Anwendungsfall an	77
7.1.2.	Befolge gängige Konventionen der Touchscreenbedienung	78
7.1.3.	Nutze Vektorkarten, aber	79
7.1.4.	Präsentiere die wichtigste Information angemessen: Die Route	80
7.1.5.	Vereinfache die Menüstruktur	81
7.1.6.	Design Workflows, nicht Funktionen	82
7.1.7.	Gestalte ein transparentes System	83
7.1.8.	Beachte unterschiedliche Anwendungsfälle und Nutzervorlieben	83
8.	Fazit & Ausblick	84
9.	Quellenangaben	85
10.	Anhang	89
10.1.	Keystroke-Level Modell	89
10.1.1.	Raymarine eS75	89
10.1.2.	Garmin GPSmap 721	90
10.1.3.	Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator	92

10.2. Usability-Test.....92

IV. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Unfallmeldungen (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung, 2015).....13

Abbildung 2: Modell multipler Ressourcen (Wickens, 2008)16

Abbildung 3: Produktbild (Raymarine eS75, 2015)27

Abbildung 4: Produktbild (Garmin GPSmap 721, 2015).....27

Abbildung 5: Screenshot der App (Yacht Navigator App, 2015).....28

Abbildung 6: Skizze des Versuchaufbaus (Sicht von oben)28

Abbildung 7: ISONORM 9241/10 – Mittelwerte aller Geräte Routenplanung44

Abbildung 8: AttrakDiff 2 – Mittelwerte aller Geräte Routenplanung.....45

Abbildung 9: Raymarine Navigationskarte und WP-Menü46

Abbildung 10: Raymarine Routenbenennung48

Abbildung 11: Raymarine letzter WP einer Route.....48

Abbildung 12: Garmin Unterscheidung Karten und Nav. Inform.....49

Abbildung 13: Garmin Routenübersicht50

Abbildung 14: Garmin WP-Menü50

Abbildung 15: Tablet Kurszirkelwerkzeug.....54

Abbildung 16: Tablet WP Darstellung und Einfügen54

Abbildung 17: Tablet Erster WP einer Route54

Abbildung 18: ISONORM 9241/10 – Mittelwerte aller Geräte Navigation.....56

Abbildung 19: AttrakDiff 2 – Mittelwerte aller Geräte Navigation.....57

Abbildung 20: Raymarine Routenfarbe und Sprache.....60

Abbildung 21: Garmin Start einer Route63

Abbildung 22: Garmin Verschieben der Seekarte63

Abbildung 23: Garmin Kompassleiste.....64

Abbildung 24: Garmin Teilstrecken Information64

Abbildung 25: Tablet Datenband und Routenstart65

Abbildung 26: Tablet lange WPliste65

Abbildung 27: Tablet Helles Thema.....65

Abbildung 28: Tablet im Landscapemodus66

Abbildung 29: Vertikaler (rechts) und horizontaler (links) Zoom (Geste „zoom“, 2016)68

V. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beanspruchte Ressourcen Steuer- und Navigationsaufgabe	17
Tabelle 2: Versuchspersonen	29
Tabelle 3: Exemplarischer Törnablauf „Rund Rügen“	31
Tabelle 4: Skalenwerte des ISONORM 9241/10 nach Prümper (1997)	35
Tabelle 5: Liste der ursprünglichen KLM Operatoren.....	37
Tabelle 6: Erweiterung der KLM Operatoren	37
Tabelle 7: Ergebnisse des Keystroke-Level Modells.....	40
Anhang 1: Raymarine „Wegpunkt erstellen“	89
Anhang 2: Raymarine „Wegpunkt löschen“	89
Anhang 3: Raymarine „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“	89
Anhang 4: Raymarine „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“	89
Anhang 5: Raymarine „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“	89
Anhang 6: Raymarine „Track-Aufzeichnung starten“	90
Anhang 7: Garmin „Wegpunkt erstellen“	90
Anhang 8: Garmin „Wegpunkt löschen“	90
Anhang 9: Garmin „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“	90
Anhang 10: Garmin „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“ Aufgabe 3b.....	91
Anhang 11: Garmin „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“	91
Anhang 12: Garmin „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“	91
Anhang 13: Garmin „Track-Aufzeichnung starten“	91
Anhang 14: Tablet „Wegpunkt erstellen“	92
Anhang 15: Tablet „Wegpunkt löschen“	92
Anhang 16: Tablet „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“	92
Anhang 17: Tablet „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“	92
Anhang 18: Tablet „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“	92
Anhang 19: Tablet „Track-Aufzeichnung starten“	92
Anhang 20: Usability-Probleme Raymarine eS75 Routenplanung	93
Anhang 21: Usability-Probleme Garmin GPSmap 721 Routenplanung.....	94
Anhang 22: Usability-Probleme Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator Routenplanung.....	95
Anhang 23: Usability-Probleme Raymarine eS75 Navigation	96
Anhang 24: Usability-Probleme Garmin GPSmap 721 Navigation.....	97
Anhang 25: Usability-Probleme Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator Navigation	98

VI. Glossar

Datenfeld / Datenband

Mit Datenfeld und -band werden in dieser Arbeit die Anzeigeelemente bezeichnet, die von den Geräten gleichzeitig mit der Seekarte präsentiert werden und Informationen über den aktuellen Status des Schiffes anzeigen. Zu den angezeigten Informationen zählt bspw.: Aktueller Kurs, Geschwindigkeit, ETA, GPS-Position, u.a.

Dichtholen und Fieren der Schoten

Das Dichtholen der Schoten bezeichnet den Vorgang, bei dem Schoten (bspw. zur Steuerung der Segel) gespannt, d.h. straffgezogen werden. Im Gegensatz dazu werden beim Fieren die Schoten entspannt, d.h. gelöst.

Fangfunktion

Mit Fangfunktion wird die Funktion bezeichnet, die dem Nutzer das auswählen spezifischer Landmarken erleichtert. Die Funktion bewirkt, dass bei einem Tap in die Nähe einer Landmarke diese automatisch ausgewählt wird.

Hovereffekt

Als Hovereffekt wird die optische Veränderung eines Buttons bezeichnet, die angezeigt wird, wenn der Nutzer den Button mit einem Eingabegerät anwählt (bspw. die mit der Maus darauf zeigt) ohne ihn tatsächlich auszulösen.

Kurszirkelwerkzeug

Das Kurszirkelwerkzeug bezeichnet eine Funktion der Yacht Navigator Applikation. In der App können (ähnlich wie beim echten Kurszirkel) zwei Punkte auf der Navigationskarte angewählt werden, zwischen denen anschließend eine Linie, sowie der entsprechende Kurs und die Distanz angezeigt wird.

Landschapemodus

Landschapemodus bezeichnet den Anzeigemodus eines Tablets oder Smartphones, der ausgelöst wird, wenn das Gerät durch den Nutzer mit der längeren Seite horizontal ausgerichtet wird.

Multifunktionsdisplay

Ein Multifunktionsdisplay bezeichnet in der dieser Arbeit ein Touchscreen, das mehrere Funktionen in einem Gerät vereint. Zu den Funktionen zählen u.a.:

- Seekartenplotter: Zeigt die Seekarte und die aktuelle GPS-Position an.
- Anemometer: Zeigt die aktuelle Windrichtung und –Geschwindigkeit an.
- Echolot: Zeigt die Wassertiefe unter der Yacht an.

- Radar: Erkennt und ortet bspw. Schiffe oder Land in der Umgebung an.
- Sonar: Ortet Gegenstände im Raum und unter Wasser.

Plicht

Plicht bezeichnet den Teil einer Yacht in dem sich das Steuerrad, der Kompass und i.d.R. die Crew während der Fahrt befindet. Synonym wird auch der Begriff Cockpit verwendet.

Rasterkarte / Vektorkarte

Rasterkarten bestehen im Unterschied zu Vektorkarten aus mehreren definierten Zoomstufen (vergleichbar mit Papierseekarten). Zoomt der Nutzer am Gerät, wird zunächst das Abbild der gerade angezeigten Zoomstufe digital vergrößert, bei ausreichend starkem Zoom springt das Gerät anschließend zur nächsten definierten Zoomstufe der Karte. Die digitale Vergrößerung der Zoomstufe hat zur Folge, dass die angezeigten Informationen teilweise unscharf wirken. Außerdem verläuft der Wechsel von einer Zoomstufe zur nächsten sprunghaft. Im Gegensatz dazu kann die Vektorkarte auf jede beliebige Zoomstufe eingestellt werden ohne unscharfe Informationen anzuzeigen. Das Zoomen verläuft außerdem gleichmäßig und stetig. Um Lesbarkeit auf allen Zoomstufen zu garantieren, werden zum einen Schrift- und Symbolgrößen beibehalten, zum anderen Karteninhalte aus- bzw. eingeblendet.

Reffen der Segel

Reffen bezeichnet die Verkleinerung der Segelfläche, bei der Teile des Segels nicht gesetzt bzw. eingerollt werden. Dies bietet sich an, wenn die vorliegende oder erwartete Windstärke außergewöhnlich hoch ist.

Scrollbar

Die Scrollbar findet sich gewöhnlich rechts von einem angezeigten, scrollbaren Inhalt (bspw. in einem Menü). Sie gibt dem Nutzer zum einen ein Feedback darüber, wie lang der angezeigte Inhalt ist, zum anderen kann der Nutzer die Scrollbar nutzen um schnell durch den Inhalt zu scrollen.

Swipe

Swipe bezeichnet eine Geste, die genutzt werden kann, um einen Touchscreen zu bedienen. Swiped der Nutzer über den Touchscreen, streicht er mit seinem Finger von einer Stelle des Bildschirms zu einer anderen, ohne dabei den Finger vom Bildschirm zu lösen. Die Geste kann u.a. genutzt werden, um in einem Menü zu scrollen oder den sichtbaren Kartenausschnitt zu verschieben.

System

System bezeichnet die „Kombination von Hardware- und Softwarekomponenten, die Eingaben von einem Benutzer empfangen und Ausgaben zu einem Benutzer übermitteln, um ihn bei der Ausführung einer Arbeitsaufgabe zu unterstützen“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 6).

Tap

Tap bezeichnet das Tippen eines beliebigen Fingers auf einen Touchscreen. Der Tap wird, ähnlich wie der Mausklick, häufig für das Auslösen von Funktionen genutzt.

Törn / Schlag

Die Begriffe Törn und Schlag stammen aus der gängigen Seglersprache. Törn bezeichnet dabei die ggf. mehrtätige Fahrt von dem Hafen, in dem das Schiff erstmals betreten wurde, zum endgültigen Zielhafen, in dem die Reise endet. Ein Schlag bezeichnet die Teilstrecke, die im Verlauf eines Reisetages während des Törns gefahren wird. Auch ein Schlag hat dementsprechend einen Start- und einen Zielhafen, diese stimmen allerdings nicht zwangsläufig mit den Start- und Zielhäfen des Törns überein.

Unicontrolbutton

Das Raymarine eS75 besitzt neben dem Touchscreen ein weiteres physisches Eingabegerät, welches vom Hersteller als Unicontrolbutton bezeichnet wird. Der Unicontrolbutton besteht aus einem Button, einer kippbaren Fläche sowie einem drehbaren Rad. Mit Hilfe des Buttons ist es möglich alle Funktionen des Gerätes zu bedienen.

Zoom

Zoom bezeichnet eine Geste, die genutzt werden kann, um einen Touchscreen zu bedienen. Dabei setzt der Nutzer zwei Finger auf dem Touchscreen auf und bewegt diese aufeinander zu oder voneinander weg, ohne dabei die Finger vom Bildschirm zu lösen. Die Geste wird in der Regel genutzt, um den angezeigten Inhalt zu verkleinern oder zu vergrößern.

VII. Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
ANeMos	Analyzing Use and Impact of New Media on Sailboats
App	Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator
bspw.	beispielsweise
BSU	Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
ECDIS	Elektronische Kartendarstellungs- und Informationssysteme
et al.	und Kollegen
ETA	Estimated Time of Arrival (Voraussichtliche Ankunftszeit)
etc.	et cetera
FüG	Fahrt über Grund
Garmin	Garmin GPSmap 721
ggf.	gegebenenfalls
GPS	Global Positioning System
HQI	Hedonische Qualität: Identifikation
HQS	Hedonische Qualität: Stimulation
i.d.R.	in der Regel
KLM	Keystroke-Level Modell
m	Meter
ms	Millisekunden
PDA	Personal Digital Assistent
PKW	Personenkraftwagen
PQ	Pragmatische Qualität
Raymarine	Raymarine eS75
s.u.	siehe unten
sm	Seemeilen
Tablet	Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
VMG	Velocity made good (Strecke gutgemacht auf das Ziel)
VP	Versuchsperson
WP	Wegpunkt
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

Die Tätigkeit der Navigation beschreibt „das Feststellen der momentanen Position (Ortsbestimmung) und das Ermitteln der besten Route zum Zielpunkt“ (Wikipedia, 2015, Absatz 1). Nachdem bis Ende des 20. Jahrhundert fast ausschließlich mit Hilfe von analogen Papierkarten navigiert worden war, führte die Vergünstigung von GPS-Modulen Anfang der 2000'er Jahre zu einer raschen Verbreitung von digitalen Navigationsgeräten unter Autofahrern. Die GPS-Module ermöglichten dabei eine hinreichend gute Ortsbestimmung, während die leistungsstärker gewordenen Prozessoren automatisch die beste Route zu einem beliebigen Zielpunkt berechnen konnten. Seit der Verbreitung von Smartphones und des mobilen Internets wurde es außerdem möglich, auch mobil Zugriff auf die genannten Navigationsfunktionen zu erhalten. Navigations-Applikationen machen es heute möglich, dass auch Fußgänger oder Radfahrer immer häufiger auf digitale Navigationshilfen zurückgreifen.

Auch in der Schifffahrt lösen elektronische Navigationshilfen die klassische Seekarte zunehmend ab. Die Umstellung begann in der Berufsschifffahrt, in der bereits seit 2002 zwei unabhängig voneinander betriebene Elektronische Kartendarstellungs- und Informationssysteme (ECDIS) die klassische Seekarte an Bord ersetzen dürfen (Wikipedia, 2015, Absatz 5). Mit dem ECDIS-Zertifikat wurde somit ein Standard entwickelt, der gesetzlich anerkannt ist und dementsprechend strengen Qualitätskontrollen unterliegt. In der Sportschifffahrt gilt dieser Standard bisher nicht. Stattdessen muss weiterhin eine klassische Seekarte an Bord eines jedes Schiffes vorhanden sein. Trotzdem verbreiten sich auch in der Sportschifffahrt zunehmend moderne Navigationshilfen. Grund hierfür sind die gesunkenen Preise der entsprechenden Systeme. Im Rahmen einer 2015 in verschiedenen Häfen der Ostsee durchgeführten Fragebogenstudie gaben 73% der befragten Skipper (n = 109) an, dass ein Seekartenplotter zum festen Equipment ihrer Fahrtenyacht gehöre (Bewersdorf, Weng & Maier, 2015). 84% hatten den Plotter außerdem am Tag der Befragung eingesetzt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass auch in der Sportschifffahrt hauptsächlich unter Berufung auf die modernen Systeme navigiert wird. Das Fehlen eines einheitlichen Standards führt dazu, dass eine Vielzahl von Herstellern auf den Markt drängen, die ohne gesetzliche Vorgaben oder Kontrollinstanz agieren können. Die angebotenen Systeme unterscheiden sich dementsprechend in Leistung und Funktionsumfang stark.

Parallel zur voranschreitenden Verbreitung digitaler Medien steigt die Anspruchshaltung der Nutzer nach gebrauchstauglicher Software (Dumas & Fox, 2008). Was für andere Domänen (wie Automobil oder Luftfahrt) bereits erkannt und teilweise umgesetzt wurde, ist auch für die Sportschifffahrt von Bedeutung: Eine hohe Gebrauchstauglichkeit der genutzten Navigationssysteme ist sicherheitsrelevant. Nicht zuletzt der Unfall des Team Vestas im

Volvo Ocean Race verdeutlichte diesen Zusammenhang nochmals deutlich. Die Segelyacht des Teams war auf Grund gelaufen, da der genutzte Kartenplotter auf der eingestellten Zoom-Stufe eine Untiefe nicht anzeigte („Vestas Wind grounding report“, 2015). Der Fehler kann als Usability-Problem bezeichnet werden, da die Information der Untiefe zwar im Gerät bzw. auf der verwendeten Vektorkarte gespeichert war, diese jedoch zur Wahrung der vermeintlichen Übersichtlichkeit auf niedrigen Zoomstufen nicht angezeigt wurde.

Da solche oder ähnliche Usability-Probleme nicht offensichtlich zu erkennen sind, ist es erforderlich die Navigationshilfen unter realistischen Bedingungen und unter Anwendung anerkannter Evaluationsverfahren zu testen. Ein solcher Usability-Test soll für diese Arbeit durchgeführt und ausgewertet werden. Aufbauend auf den Ergebnissen wird eine allgemeine Gestaltungsrichtlinie für Kartenplotter, die beim Segeln genutzt werden, entwickelt.

Die folgende Arbeit gliedert sich wie folgt: Im ersten Teil soll der relevante theoretische Hintergrund zum Fahrtensegeln sowie der Usability beim Navigieren dargestellt werden. Dazu wird zunächst über die aktuelle Sicherheitslage in der Schifffahrt berichtet. Anschließend sollen die beim Menschen während der Navigationstätigkeit ablaufenden Prozesse und Herausforderungen besser verstanden werden, wozu das Modell multipler Ressourcen (Wickens, 2008) vorgestellt wird. Abschließend werden sowohl Teile der allgemeine Usability Norm DIN EN ISO 9241 als auch Forschungsergebnisse zur Usability von Navigationsgeräten anderer Domänen vorgestellt. Es folgt eine detaillierte Darstellung der Fragestellung dieser Arbeit. Im zweiten Teil werden zunächst die untersuchten Kartenplotter sowie die verwendeten Usability- und Auswertungsmethoden vorgestellt. Anschließend wird detailliert über die Ergebnisse des im Forschungsprojekt „**Analyzing Use and Impact of New Media on Sailboats**“ (Projekt ANeMos, 2015) durchgeführten explorativen Usability-Tests berichtet. Im dritten und letzten Teil werden zunächst die Erkenntnisse des Tests diskutiert und anschließend eine allgemeine Gestaltungsrichtlinie für Kartenplotter in der Sportschifffahrt entwickelt. Abgeschlossen wird der letzte Teil der Arbeit mit einem Ausblick und Fazit.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1. Sicherheitslage

Obwohl auch in der Schifffahrt auf See die Verbreitung moderner Navigationshilfen unaufhörlich voranschreitet, zeigte sich bisher kein drastischer Rückgang der gemeldeten Unfälle an die zuständigen Behörden.

In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Unfallmeldungen an die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung (kurz BSU) aus dem aktuellen Jahresbericht 2014 dargestellt. Die BSU ist zuständig für Unfälle auf deutschem Seegebiet sowie betroffener Schiffe, die unter deutscher Flagge fahren. Zeigte sich zwischen den Jahren 2010-13 noch ein kontinuierlicher Rückgang der gemeldeten Unfälle in der Berufsschifffahrt, stiegen die Meldungen zuletzt wieder leicht an. Die gemeldeten Sportbootunfälle stiegen bereits 2012 zu 2013 wieder um etwa 50% an und stagnieren nun auf einem ähnlichen Niveau wie 2004. Die BSU mutmaßt, dass der Grund für den Anstieg 2012 zu 13 darin liegen dürfte, „dass nunmehr allgemein bekannt ist, dass Sportbootunfälle weiterhin gemeldet werden müssen, auch wenn in der Regel keine Untersuchung durchgeführt wird“ (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung, 2014, S. 34). Sollte diese Vermutung stimmen, würden somit die vergleichbar niedrigen Zahlen aus dem Jahr 2012 nicht stimmen. Die Zahlen der Jahre 2013/14 blieben allerdings unverändert.

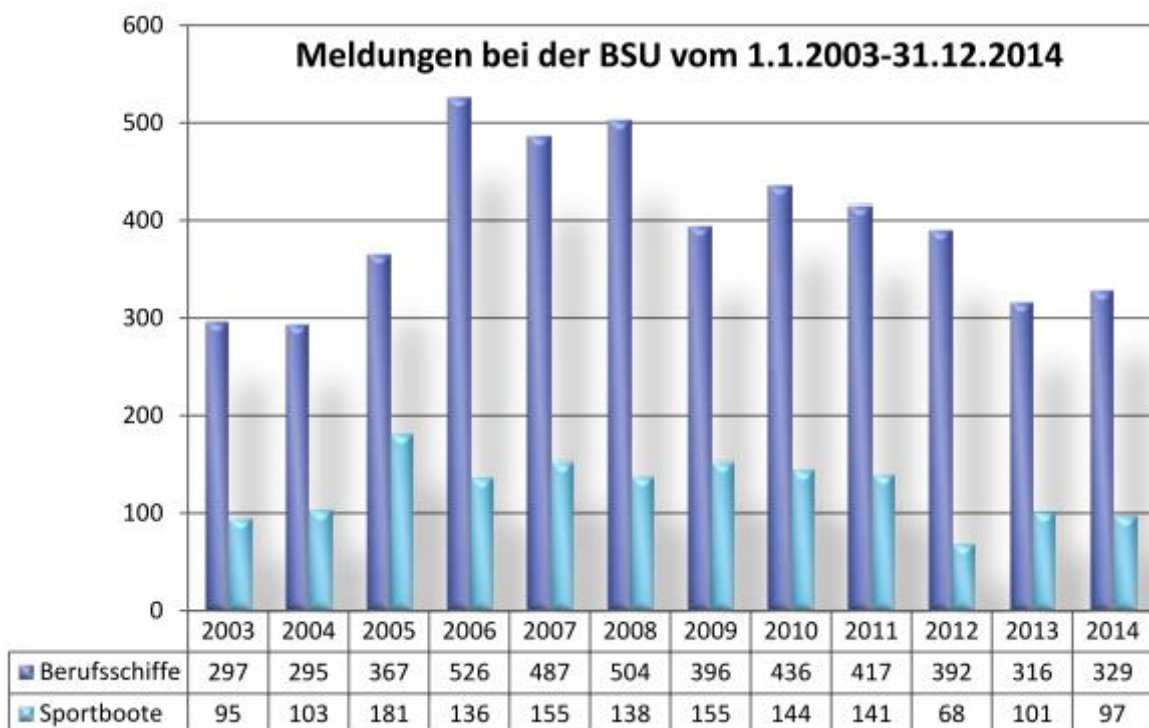


Abbildung 1: Entwicklung der Unfallmeldungen (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung, 2015)

Generell gab es zwischen 2006 und 2010 im Vergleich zu den vorherigen Jahren einen drastischen Anstieg der gemeldeten Unfälle, der sowohl die Berufs- als auch die

Sportschiffahrt betraf. Passend dazu berichten auch Cummings, Buchin, Carrigan & Donmez (2010) von einem signifikanten Anstieg des weltweiten Risikos einer Kollision sowie des Aufgrund-Laufens zwischen 2003 und 2008. Laut BSU wurden 2014 240 der insgesamt 426 gemeldeten Vorfälle als Seeunfall klassifiziert. Etwa 95% (228) dieser Unfälle fanden auf deutschem Seegebiet statt. Rund 64% (155) waren außerdem auf Grundberührungen oder Kollisionen mit anderen Schiffen oder Objekten, also klassische Navigationsfehler, zurückzuführen. Obwohl aus dem Bericht nicht hervorgeht wie viele Schiffe jährlich auf deutschem Seegebiet oder unter deutscher Flagge gefahren sind, verwundert die Entwicklung vor dem Hintergrund der zwischen 2004 und 2014 vorangeschrittenen Verbreitung digitaler Navigationshilfen. Diese hätten das Navigieren auf See eigentlich leichter und weniger fehleranfällig machen sollen.

Psarros, Skjong & Eide (2009) berichten außerdem von einem großen Anteil nicht gemeldeter Zwischenfälle in der Berufsschiffahrt. Auf Grundlage der Daten zweier norwegischer Meldungsstellen (der Jahre 1997 – 2007) schätzten sie die statistische Dunkelziffer von Tankerunfällen. Dabei kamen sie zu dem Schluss, dass je nach Meldungsstelle nur etwa jeder Dritte bzw. zwei von fünf Unfällen tatsächlich gemeldet werden. Natürlich lassen sich die Ergebnisse dieser explorativen Studie nicht auf beliebige Seegebiete und Schiffarten übertragen, dennoch kann wohl davon ausgegangen werden, dass die Dunkelziffer von Vorkommnissen auf See auch in der Sportschiffahrt deutlich höher liegt, als die offiziellen Zahlen der Meldungsstellen, also auch die der BSU, widerspiegeln.

In einer Metastudie analysierten Hetherington, Flin & Mearns (2006) 20 Studien zur Sicherheit in der Schifffahrt unter drei Gesichtspunkten: Verbreitete Ursachen für Unfälle, Einfluss menschlicher Fehler und Möglichkeiten, die Seefahrt sicherer zu gestalten. Dabei unterschieden die Autoren nicht explizit zwischen Vorfällen der Berufs- und Sportschiffahrt. Sie kommen zu dem Schluss, dass menschliche Fehler eine der dominierenden Ursachen für Unfälle in der Schifffahrt darstellen, d.h. (je nach Quelle) in 49-96% aller Vorfälle eine ausschlaggebende Rolle spielen. Sie unterteilen die Ursachen dieser Fehler in drei Bereiche: Persönliche, organisatorische und Systemdesign-Probleme.

Zu den persönlichen Problemen zählen laut Hetherington et al. Faktoren wie Müdigkeit, Stress, Gesundheit, Kommunikation und Teamwork. Organisatorische Probleme umfassen hauptsächlich fehlende oder unzureichende Trainings der Crews. Die Systemdesign-Probleme werden hauptsächlich durch die steigende Automatisierung auf Schiffen ausgelöst. Die Rolle der Seefahrer hat sich in den letzten Jahrzehnten deutlich verändert: Die Crews, die ein Schiff steuern, sind im Zuge der Entwicklung automatisierter Systeme immer kleiner geworden. Dies könnte dazu geführt haben, dass die kognitive Beanspruchung für den Einzelnen gestiegen ist. Eine alternative Erklärung wäre ein übertriebenes Technikvertrauen unter den Besatzungsmitgliedern, was dazu führen könnte, dass die vorhandenen Anzeigen

nicht effektiv beobachtet werden. Probleme würden daher nicht frühzeitig erkannt, weshalb Gegenmaßnahmen erst verspätet eingeleitet werden können. Außerdem berichten die Autoren davon, dass das Situationsbewusstsein, d.h. das Aufnehmen, Verstehen sowie Vorhersagen des Umgebungszustandes, unter steigender Automation ebenfalls leidet (vergleichbar mit Forschungsergebnissen der Luft- und Raumfahrt).

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden: Trotz Modernisierung der technischen Hilfsmittel zur Navigation auf See passieren 2014 vergleichbar viele Sportbootunfälle wie 2004. Ein Großteil dieser Unfälle geht auf klassische Navigationsfehler zurück. Außerdem liegt die Dunkelziffer der Unfälle vermutlich deutlich über den tatsächlich gemeldeten. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die meisten Unfälle auf menschliche Fehler, ein Teil auch auf fehlerhafte Mensch-Technik-Interaktion zurückgehen, wird der Bedarf an gebrauchstauglichen Navigationsgeräten deutlich erkennbar. Durch eine möglichst hohe Usability der genutzten Geräte könnten sowohl Fehler in der Interaktion vermieden, als auch übertriebenes Technikvertrauen abgebaut werden.

2.2. Navigation

Im folgenden Absatz soll die Navigationstätigkeit, bestehend aus einer Navigations- und einer Steueraufgabe, sowie die beim Menschen während deren Bearbeitung ablaufenden Prozesse analysiert und verstanden werden. Navigieren bei gleichzeitigem Steuern eines Vehikels (z.B. einer Segelyacht oder eines Autos) oder auch Laufen stellt eine klassische Multitaskingaufgabe dar. In allen Fällen muss einerseits die Bewegung gesteuert, andererseits die nächsten navigatorischen Schritte geplant und ggf. eingeleitet werden. Die Doppelaufgabe erhöht sich im Schwierigkeitsgrad, wenn der gewünschte Weg nicht bekannt ist und auf Hilfsmittel wie Karten oder Navigationsgeräte zurückgegriffen werden muss. Die Steuerungsaufgabe ist in der Regel sicherheitsrelevant, da hier begangene Fehlhandlungen bspw. zu Kollisionen führen können. Wu, Zhao, Lin & Lee (2011) definieren deshalb in ihrer Usability-Studie zur Navigation von PKWs die Steuerungsaufgabe als Primäraufgabe, d.h. ihr wird im Vergleich zur Navigationsaufgabe eine höhere Priorität vom Fahrer eingeräumt. Nach Wickens' (2008) Modell multipler Ressourcen (s.u.) konkurrieren beide Aufgaben um einen begrenzten Pool spezifischer Ressourcen. Angenommen, die Steuerungsaufgabe wird als Primäraufgabe bearbeitet, bedeutet dies, dass ihr generell mehr Ressourcen zur Verfügung gestellt werden als der Navigationsaufgabe. Zusätzlich lässt sich das Maß der Beanspruchung durch die Primäraufgabe kaum vorhersagen, da es durch unregelmäßig vorkommende, externe Belastungsfaktoren (bspw. erhöhtes Verkehrsaufkommen) beeinflusst wird. Die beiden Umstände können dazu führen, dass nur ein begrenztes, kaum vorhersehbares, schwankendes Maß an Ressourcen zur Bewältigung der Navigationsaufgabe zur Verfügung steht.

2. Theoretischer Hintergrund

Modell multipler Ressourcen (Wickens, 2008)

Um im weiteren Verlauf die ggf. auftretenden Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Doppelaufgabe besser verstehen zu können, wird nun das Modell multipler Ressourcen vorgestellt, von dessen Gültigkeit für diese Arbeit ausgegangen werden soll.

Wickens geht in dem Modell davon aus, dass es verschiedene, begrenzte, spezifische Ressourcen gibt, die bei der Bearbeitung einer Aufgabe beansprucht werden können. Wickens unterscheidet sich in seinen Modellannahmen von den Modellen unspezifischer Ressourcen (Kahneman, 1973), die davon ausgehen, dass es nur eine unspezifische Ressource gibt, welche bei der Bearbeitung jeglicher, auch mehrerer Aufgaben beansprucht wird. In Abgrenzung zu diesen Modellen ist es nach Wickens möglich, zwei Aufgaben relativ verlustfrei gleichzeitig zu bearbeiten, sofern diese unterschiedliche Ressourcen beanspruchen. Um zu verhindern, dass unbegrenzt viele Ressourcen definiert werden, trifft der Autor außerdem zwei grundlegende Annahmen: Erstens müssen die Ressourcen auf Grund der aktuellen Forschungsergebnisse der Neurophysiologie plausibel sein. Zweitens soll auf ihrer Grundlage eine Leistungsvorhersage für die Bearbeitung von Multitaskingaufgaben möglich sein.

Wickens definiert folgende Klassen von Ressourcen (vgl. Abbildung 2):

- Verarbeitungsstufe (perzeptiv, kognitiv oder motorisch)
- Sinnesmodalität (visuell oder akustisch)
- Verarbeitung visueller Informationen (fokal oder ambient)
- Verarbeitungsmodalität (räumlich-analog oder sprachlich)
- Reaktionsmodalität (sprachlich oder manuell)

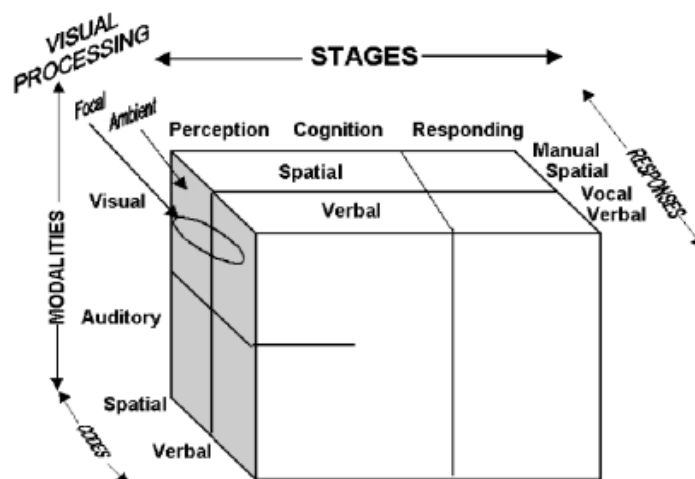


Abbildung 2: Modell multipler Ressourcen (Wickens, 2008)

Jeder Aufgabe kann anhand Abbildung 2 ein Set beanspruchter Ressourcen zugeteilt werden. Nach Wickens sind zwei Aufgaben dann besonders leicht gleichzeitig zu bearbeiten, wenn die Sets der beanspruchten Ressourcen möglichst unterschiedlich sind.

Aufgabenanalyse

Wie bereits dargestellt, besteht die Navigationstätigkeit aus den zwei Teilen Steuer- und Navigationsaufgabe. Tabelle 1 zeigt die beanspruchten Ressourcen beider Aufgaben, wobei davon ausgegangen wird, dass die Navigationsaufgabe durch einen GPS-Kartenplotter ohne sprachliche Ausgabe unterstützt wird. Die Steueraufgabe unterscheidet sich zwischen den Anwendungsfällen Fahren eines Autos oder Fahrrads, Steuern einer Segelyacht oder zu Fuß gehen bzgl. der verwendeten Modalitäten nicht. Dennoch ist der Schwierigkeitsgrad und die damit einhergehende Beanspruchung unterschiedlich (siehe dazu Kapitel 2.4). Wie in der Tabelle zu sehen ist, beanspruchen beide Aufgaben sehr ähnliche Ressourcen, was mit einer hohen Interferenz einhergeht.

Da es kaum möglich sein wird, sämtliche Modalitäten der Sekundäraufgabe zu verändern, sollte dieser Zusammenhang nochmals klar machen, dass es erforderlich ist, die Navigationsaufgabe mit möglichst gebrauchstauglichen Hilfsmitteln zu unterstützen. Je weniger beanspruchend diese Aufgabe gestaltet wird, desto weniger Ressourcen müssen von der eigentlichen Primäraufgabe des Steuerns abgezogen werden. Um ein solch hohes Maß der Gebrauchstauglichkeit zu erreichen, sollten die Kriterien der DIN EN ISO 9241 erfüllt werden. Die Usability Norm wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

Tabelle 1: Beanspruchte Ressourcen Steuer- und Navigationsaufgabe

	Steueraufgabe	Navigationsaufgabe
Verarbeitungsstufe	perzeptiv, <u>kognitiv</u> , <u>motorisch*</u>	perzeptiv, <u>kognitiv*</u>
Sinnesmodalität	visuell	visuell
Verarbeitung visueller Informationen	fokal und ambient	fokal
Verarbeitungsmodalität	räumlich-analog	räumlich-analog
Reaktionsmodalität	manuell	manuell

**Unterstrichen sind jeweils die für die Aufgabe relevantesten Verarbeitungsstufen.*

2.3. DIN EN ISO 9241

„Die DIN EN ISO 9241 (1997) ist die maßgebliche Normenreihe für die Gestaltung von Systemen mit hoher Usability.“ (Sarodnick & Brau, 2011, S. 35). Die Norm besteht aus mehreren Teilen, die jeweils unterschiedliche Bereiche thematisieren. Im Folgenden werden die wichtigsten und für diese Arbeit relevanten Teile der Norm kurz vorgestellt.

2.3.1. DIN EN ISO 9241-11

Die DIN EN ISO 9241-11 (1998) liefert eine generelle Einführung sowie Begriffsbestimmung zum Thema Usability. **Gebrauchstauglichkeit** wird hier definiert als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4). Ausschlaggebend für eine hohe Gebrauchstauglichkeit ist demnach eine hohe Effektivität, Effizienz sowie subjektive Zufriedenstellung, mit der ein bestimmtes Ziel erreicht werden kann.

Effektivität wird definiert als „die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen kann“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4). Je weniger fehlerbehaftet also eine Aufgabe erfüllt und damit ein Ziel erreicht werden kann, desto effektiver war die Bearbeitung. Häufig verwendete abhängige Variablen zur Quantifizierung der Effektivität sind bspw. die Anzahl der richtig bewältigten Aufgaben oder die Anzahl der Fehler.

Effizienz beschreibt den „im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4). Die Effektivität wird also in ein Verhältnis zum nötigen Ressourceneinsatz gestellt. Beliebte Messgrößen des Einsatzes sind bspw. die Bearbeitungszeit, monetäre Kosten oder psychische bzw. physische Beanspruchung.

Da die **Zufriedenstellung**, d.h. die „Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produkts“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4), schwerer zu fassen ist, spricht man auch von der subjektiven Zufriedenstellung. Als Messgrößen eignen sich keine objektiven Verfahren, somit kann die Zufriedenstellung nur über subjektive Verfahren (bspw. Fragebögen oder Interviews) erfasst werden.

Neben dieser grundlegenden Definition von Gebrauchstauglichkeit, von der auch in der folgenden Arbeit ausgegangen werden soll, beschreibt die Norm außerdem die Abhängigkeit der Gebrauchstauglichkeit eines Produkts von dem **Nutzungskontext**, in dem es eingesetzt wird. Dieser ist definiert als „die Benutzer, Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4). Somit wird klar, dass sich die Gebrauchstauglichkeit eines Produkts je nach Nutzer, Aufgabe oder Umgebung unterscheiden kann.

2.3.2. DIN EN ISO 9241-110

Dieser Teil der Norm beschreibt Grundsätze der Dialoggestaltung, wobei ein Dialog als die „Interaktion zwischen einem Benutzer und einem interaktiven System als Folge von Handlungen des Benutzers (Eingaben) und Antworten des interaktiven Systems (Ausgaben),

um ein Ziel zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 4) definiert wird. Die Norm unterscheidet sieben Grundsätze, die befolgt werden sollten, um ein gebrauchstaugliches interaktives System zu entwickeln. Da diese nicht immer unabhängig voneinander sind, ist es teilweise nötig, zwischen den Vorteilen abzuwägen, die erreicht werden können, wenn verschiedene Prinzipien mehr oder weniger konsequent umgesetzt werden (Sarodnick & Brau, 2011). Die sieben Grundsätze lauten:

Aufgabenangemessenheit – „Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d. h., wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 8). Die Erfüllung dieses Kriteriums setzt voraus, dass die zukünftig mit dem Produkt zu bearbeitende Aufgabe hinreichend analysiert wurde. Dabei sollten möglichst alle Facetten der Aufgabe betrachtet und Lösungen gefunden werden, die sich deutlich an den Anforderungen der Aufgabe orientieren. Als Grundsatz kann gelten, dass nicht alles, was technisch möglich ist, auch sinnvoll für die Bearbeitung jeder Aufgabe eingesetzt werden kann. Bspw. sollten in Situationen mit hoher Beanspruchung nicht mehr Eingaben als unbedingt nötig vom Nutzer verlangt werden.

Selbstbeschreibungsfähigkeit – „Ein Dialog ist in dem Maße selbstbeschreibungsfähig, in dem für den Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog, an welcher Stelle im Dialog er sich befindet, welche Handlungen unternommen werden können und wie diese ausgeführt werden können“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 10). Um Selbstbeschreibungsfähigkeit zu erreichen, ist es nötig, dass das System die Sprache des Nutzers spricht. Kryptische Fehlercodes sind deshalb genauso zu vermeiden, wie fehlende Rückmeldungen über den Systemstatus oder unpassende Eingabemasken. Ein System gilt als Selbstbeschreibungsfähig, wenn es situationsspezifische Unterstützung anbietet oder Nutzer Unterstützung vom System fordern können (z.B. Hilfe oder Tutorials).

Erwartungskonformität – „Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 11). Dieses Prinzip kann erfüllt werden, indem gängige Konventionen eingehalten und Systeme konsistent gestaltet werden. Außerdem sollte stets transparent gemacht werden, was das System gerade tut. Es können bspw. auf eine ganze Reihe von anerkannten Gesten zur Bedienung von Geräten mit Touchscreen zurückgegriffen werden. Diese sollten wenn möglich genutzt, keinesfalls allerdings verändert werden. Liegen domänenspezifische Bezeichnungen für Aufgabenteile vor sollten auch diese verwendet werden.

Lernförderlichkeit – „Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 12). Gerade wenn Produkte komplexer werden, ist es nicht immer möglich intuitive Benutzbarkeit zu erreichen. Ist das der Fall, ist es wichtig dies zu erkennen und den zukünftigen Nutzer mit den zur fehlerfreien Bedienung erforderlichen Informationen zu versorgen. Bspw. kann jeder Bearbeitungsschritt eines Dialoges kurz erläutert, oder schwer auffindbare Funktionen wie Tastenkürzel neben den entsprechenden Menüeinträgen angezeigt werden. Ein System gilt nicht als lernförderlich, wenn es erfordert, dass sich der Nutzer viele Details merken oder er häufig das Handbuch zur Hilfe nehmen muss. Außerdem sollte das Erlernen eines Systems möglichst wenig Zeit erfordern.

Steuerbarkeit – „Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 13). Die Steuerbarkeit eines Systems sollte immer unter Berücksichtigung der Aufgaben- und Kontextbedingungen beurteilt werden. Bspw. muss es bei der Bedienung eines Navigationssystems, das während der gleichzeitigen Bewegung eines Vehikels eingesetzt werden soll, möglich sein, die Eingabe jederzeit zu unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder fortzusetzen. Dabei dürfen außerdem niemals bereits getätigte Eingaben verloren gehen. Ein System gilt außerdem als steuerbar, wenn es einen leichten Wechsel zwischen verschiedenen Menüs und Masken ermöglicht und keine starre Einhaltung bestimmter Bearbeitungsschritte verlangt.

Fehlertoleranz – „Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann. Fehlertoleranz wird mit den Mitteln erreicht: Fehlererkennung und -vermeidung (Schadensbegrenzung); Fehlerkorrektur oder Fehlermanagement, um mit Fehlern umzugehen, die sich ereignen“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 14). Ein fehlertolerantes System erkennt also den Eingabefehler und berichtigt diesen entweder automatisch oder bietet nach einer aussagekräftigen Fehlermeldung eine möglichst einfach zugängliche Korrekturmöglichkeit an. Ein Beispiel wäre eine Suchmaschine, die trotz leicht fehlerhafter Eingabe zum gewünschten Ergebnis kommt, oder die Autokorrektur-Funktion heutiger Smartphones, die leicht fehlerhafte Texteingaben automatisch korrigiert.

Individualisierbarkeit – „Ein Dialog ist individualisierbar, wenn Benutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen“ (DIN EN ISO 9241-110, 2008, S. 15). Um diesen Grundsatz zu erfüllen muss ein System die Möglichkeit der Anpassung und Erweiterung bieten. Anpassbar ist ein System dann, wenn der Nutzer es nach seinen

eigenen Wünschen und Vorstellungen verändern kann. Erweiterbar sind Systeme, die durch bspw. Plug-Ins neue Funktionen erhalten können, sofern der Nutzer dies wünscht. Ein Beispiel wäre ein Internetbrowser, der sowohl die Umstrukturierung vorhandener Funktionen erlaubt, als auch die Erweiterung durch Plug-Ins. Ein System sollte außerdem gut an die Anforderungen verschiedener Aufgaben anpassbar sein.

Prümper & Anft (1993) entwickelten einen standardisierten Test, welcher sich an der DIN EN ISO 9241-10 (heute -110) und den hier vorgestellten sieben Grundsätzen der Usability orientiert. Der Test wird ausführlich im Abschnitt 4.3.4.2 vorgestellt.

2.4. Usability in der Navigation

In diesem Kapitel sollen Forschungsergebnisse zur Usability von Navigationsgeräten zusammengetragen werden. Leider existiert (meinem Wissen nach) keine frei zugängliche Literatur bezüglich der Gebrauchstauglichkeit von modernen Seekartenplottern in der Schifffahrt. Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, existiert in der Berufsschifffahrt seit 2002 der ECDIS Standard. Es darf daher vermutet werden, dass zumindest diese Geräte hinsichtlich ihrer Usability getestet, die Ergebnisse allerdings nicht veröffentlicht wurden. In der Sportschifffahrt existiert bisher kein solcher Standard, so dass fragwürdig ist, ob die hier eingesetzten Geräte überhaupt jemals auf ihre Gebrauchstauglichkeit untersucht wurden. Falls ein Usability-Test durch die Hersteller durchgeführt wurde, wurden die Ergebnisse ebenfalls nicht veröffentlicht, sondern nur intern zur Verbesserung der Geräte verwendet.

Auf Grund dieser Tatsache sollen im Folgenden die öffentlich zugänglichen Ergebnisse von Usability-Untersuchungen an Navigationsgeräten anderer Domänen dargestellt werden. Dabei sollten zum einen „Navigationsgeräte in PKWs“, zum anderen „Outdoor-Navigationsgeräte zum Wandern oder Mountainbiken“ betrachtet werden. Während für den Anwendungsfall „Automobil“ erwartungsgemäß einige Literatur zu finden ist, gestaltete sich die Suche nach Usability-Untersuchungen von Outdoor-Navigationsgeräten ähnlich schwierig wie die bzgl. Seekartenplotter. Die Ergebnisse dieser Domäne wären insofern hilfreich, als dass ähnlich wie auf See auch im Outdoor-Sport teilweise keine klar definierten Wege vorhanden sind. Auf Grund der unbefriedigenden Recherche musste wiederum ein Kompromiss eingegangen werden: Die vorgestellten Usability-Untersuchungen betreffen „Navigationsgeräte für das Fahren eines PKWs“ und „für Fußgänger“ (im Innenraum und Freien, allerdings stets im städtischen Umfeld).

2.4.1. Vergleich der Navigationstätigkeit auf See und auf Land

Um die Forschungsergebnisse in Bezug zu dem betrachteten Anwendungsfall „Seekartenplotter auf einer Segelyacht“ setzen zu können, sollen wie in Kapitel 2.2 bereits angekündigt zunächst die unterschiedlichen Navigationstätigkeiten weiter analysiert werden.

Der offensichtlichste Unterschied zwischen der Navigationsaufgabe (vgl. Tabelle 1) auf See und der im Straßenverkehr besteht darin, dass im Straßenverkehr entlang festgelegter Wege navigiert wird. Im Gegensatz dazu sind die befahrbaren Wege auf See häufig nicht visuell erkennbar, da die Wassertiefe nur mit Hilfe eines (Echo-)Lots bestimmt werden kann. Diese Information ist für das sichere Bewältigen der Steueraufgabe (vgl. Tabelle 1) des Bootes allerdings unverzichtbar, da die Gefahr einer Grundberührung stets gegeben ist. Auf Grund der definierten Wege im Straßenverkehr werden außerdem die möglichen Handlungsoptionen des Steuernden deutlich eingeschränkt. Dies führt u.a. dazu, dass die Routenplanung durch die Straßennavigationsgeräte effektiv automatisiert werden kann. Zwar bieten moderne Seekartenplotter neuerdings auch eine Autorouting-Funktion an, diese ist auf Grund der vielfältigeren Handlungsoptionen allerdings fehleranfälliger.

Im Straßenverkehr liegt einerseits ein erhöhtes Verkehrsaufkommen vor, was mit einer höheren Kollisionsgefahr und dementsprechend häufiger vorkommenden Ausweichmanövern einhergeht. Verstärkend kommt hinzu, dass die Geschwindigkeiten beim Fahren eines PKWs in der Regel höher sind als die beim Segeln einer Yacht. Andererseits kann ein PKW jederzeit bequem gestoppt werden, während für das Aufstoppen einer Segelyacht ein Manöver und das Einholen der Segel nötig ist. Beides benötigt zur sicheren Durchführung ausreichend Raum. Fußgänger bewegen sich in der Regel langsamer als eine Segelyacht gesegelt wird. Außerdem muss ein Fußgänger keine Yacht bedienen und kann jederzeit, fast augenblicklich stehen bleiben kann.

Die Steueraufgabe beim Segeln wird außerdem durch zwei weitere Faktoren beeinflusst. Zunächst ist der Steuermann in der Regel hauptverantwortlich für die gesamte Segelyacht, d.h. er beachtet neben dem Kurs und der Geschwindigkeit auch die Segelstellung und gibt der Crew Kommandos zum Dichtholen und Fieren der Schoten, zum Reffen der Segel, etc. Außerdem muss beim Segeln immer auch das Wetter, speziell die Richtung und Bögigkeit des Winds beachtet werden. Dies führt dazu, dass der Steuermann nicht nur visuelle, sondern auch haptische und kinästhetische Reize aufnehmen und verarbeiten muss. Außerdem kann es vorkommen, dass durch die Abhängigkeit vom Wind ein Ziel nicht direkt angesteuert werden kann. In diesem Falle muss nach dem Wind gesteuert und dennoch Strecke auf das Ziel gutgemacht werden.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Navigationstätigkeit beim Segeln einer Yacht komplexer und anspruchsvoller ist als beim Fahren eines PKWs bzw. zu Fuß Gehens. Dies hängt hauptsächlich mit der Abhängigkeit vom Wind sowie der ständigen Gefahr einer Grundberührung zusammen. Dennoch sind auch Grenzbedingungen und Situationen denkbar, in denen das Steuern eines PKWs komplexer ist, als das Steuern einer Yacht.

2.4.2. Navigationsgeräte in PKWs

Wu et al. (2011) untersuchten in einem Automobil-Simulatorexperiment den Einfluss nicht gebrauchstauglicher Navigationssysteme auf das Multitaskingverhalten der Probanden (N = 24). Dazu manipulierten sie u.a. die Sprache, in der die abzufahrenden Straßen benannt waren, so dass die Probanden (Englisch sprechend) diese (Chinesisch) nicht verstehen konnten. Wie bereits in Kapitel 2.2 geschildert, war die Hypothese der Autoren, dass die Steueraufgabe als Hauptaufgabe bearbeitet würde und dementsprechend eine höhere Priorität eingeräumt bekäme. Dies sollte sich in einer unveränderten Fahrleistung der Probanden zeigen, selbst wenn die Straßennamen nicht verständlich waren. Die Hypothese wurde durch das Experiment bestätigt, da weder die Anzahl der Kollisionen noch die Abweichung von der Fahrtlinie signifikant anstieg, wenn Chinesisch als Sprache eingestellt war. Die Autoren analysierten weiterhin das Multitaskingverhalten und identifizierten zwei Mechanismen, die zur Bewältigung der Aufgabe beigetragen hatten:

- „Inter-Task Management“ (S. 10): Die durchschnittliche Betrachtungsdauer (erfasst und ausgewertet durch ein Videoaufnahmesystem) der Navigationsgeräte war signifikant niedriger in der Bedingung „Chinesisch“. Laut Wu et al. zeigt dies, dass die Probanden mehr Ressourcen zur Bearbeitung der Steueraufgabe verwenden und die Navigationsaufgabe vernachlässigen. Würden sie andererseits mehr Ressourcen einsetzen, um die chinesischen Straßennamen auf der Karte erkennen zu können, würde darunter zwangsläufig die Leistung in der Steueraufgabe leiden. Mit „Inter-Task Management“ bezeichnen die Autoren somit einen kognitiven Prozess, der die begrenzt zur Verfügung stehenden Ressourcen (vgl. Kapitel 2.2) zwischen der Navigations- und der Steueraufgabe verteilt.
- „Inner-Task Management“ (S. 10): Außerdem reduzierten die Probanden die durchschnittlich gefahrene Geschwindigkeit signifikant in der „Chinesisch“ Bedingung. Die Begründung hierfür sehen die Autoren in der höheren Beanspruchung der Probanden, die durch das Verarbeiten unbekannter Schriftzeichen (angezeigt bspw. auf Straßenschildern) zu Stande kommt. „Inner-Task Management“ bezeichnet somit den Verteilungsprozess der zur Verfügung stehenden Ressourcen innerhalb einer (bspw. der Steuer-)Aufgabe.

Lee & Cheng (2008) verglichen außerdem die Gebrauchstauglichkeit eines tragbaren Navigationsgerätes (PDA) mit der einer Papierkarte in einer realen Fahrsituation. Die beiden Systeme wurden jeweils im städtischen und ländlichen Umfeld getestet, wobei ausschließlich objektive Usability-Maße erhoben wurden. Die Autoren konnten zeigen, dass die Verwendung eines digitalen Navigationsgerätes mit GPS in beiden Umfeldern zu erhöhten Durchschnittsgeschwindigkeiten sowie verkürzten Gesamtstrecken führte. Sie schlossen daraus, dass durch die Verwendung eines entsprechenden Systems Zeit und Treibstoff

gespart werden könne. Damit sind die Bedingungen Effektivität und Effizienz der DIN EN ISO 9241-11 erfüllt. Die Zufriedenstellung wurde durch die Autoren nicht untersucht, so dass hierüber keine Aussage getroffen werden kann.

In einer weiteren Laborstudie untersuchten Lavie & Oron-Gilad (2013) die Usability von Kartenplottern, die während der Fahrt mit einem Fahrsimulator eingesetzt wurden. Im Verlaufe des standardisierten Usability-Tests (N = 20) manipulierten die Autoren die präsentierte Informationsdichte (2 Stufen, Straßennamen der zu befahrenden Straßen oder aller Straßen), das Level der Abstraktion (2 Stufen, sehr detaillierte Straßenverläufe oder begradigte), das graphische Design der Karte (3 verschiedene Gestaltungen) und die Existenz von Landmarken (2 Stufen, ja oder nein). Die Probanden sollten während der Fahrt standardisierte Aufgaben mit dem Navigationsgerät bearbeiten. Dabei wurden sowohl subjektive Maße der Usability (Fragebogen) als auch die subjektive Bewertung der Ästhetik der Geräte (Fragebogen) und objektive Usability-Maße (Bearbeitungszeit) erhoben. Die Autoren untersuchten, basierend auf früheren Forschungsergebnissen, u.a. den Zusammenhang dieser drei Maße. Dabei fanden sie, dass die subjektive Bewertung der Ästhetik stark mit der Usability korreliert. Im Gegensatz dazu war die Korrelation zwischen subjektiv und objektiv (Reaktionszeit) gemessener Usability klein. Basierend auf den Forschungsergebnissen formulierten Lavie & Oron-Gilad eine Richtlinie für das Design von Navigationsgeräten in PKWs. Diese sei im Folgenden kurz dargestellt:

1. Es sollten nur die nötigsten Informationstexte dargestellt werden (bspw. die Straßennamen nahe der Route).
2. Die grafische Darstellung von Informationen (bspw. Landmarken) ist i.d.R. vorteilhaft und sollte daher wenn möglich statt Text verwendet werden. Dabei spielt es keine Rolle ob die Symbole in 2D oder 3D dargestellt werden, solange sie aussagekräftig gestaltet wurden.
3. Ein hohes Abstraktionslevel ist nur nützlich, wenn wenig Informationen präsentiert werden. Wenn die Karte hingegen mehr Informationen trägt, sollte nur moderat abstrahiert werden.
4. Um die Ästhetik eines Navigationsgeräts zu verändern sollte das gesamte Design der Karte berücksichtigt werden. Es reicht bspw. nicht aus, nur das Farbschema der Karte zu verändern, auch verwendete Symbolik sollte angepasst werden.
5. Da die subjektive Usability-Bewertung stark mit der empfundenen Ästhetik zusammenhängt, ist es nicht ausreichend die Karte ausschließlich nach Usability-Prinzipien zu gestalten.
6. Es reicht nicht aus nur die subjektive oder objektive Usability zu evaluieren. Beide Maße hängen nicht voneinander ab und müssen zum vollständigen Verständnis einer Karte getrennt erhoben werden.

2.4.3. Navigationsgeräte für Fußgänger

Wang, Tjondronegoro, Docherty, Song & Fuglsang (2013) führten einen Usability-Test (N = 8) zur Identifikation typischer Verhaltensmuster und damit zusammenhängender Probleme in der Interaktion eines Nutzers mit einem Navigationsgerät für Fußgänger durch. Der Test fand im Umfeld einer Universität statt. Die Nutzer, denen der Campus unbekannt war, sollten mit Hilfe der selbstentwickelten Navigationsapplikation standardisierte Routen ablaufen. Dabei wurden durch das Gerät sowohl objektive (Bewegung) als auch subjektive Daten (Kamera nahm sowohl lautes Denken als auch Gesicht der Probanden auf) aufgezeichnet. Außerdem sollten die Probanden nach dem Versuch einen Fragebogen zur Gebrauchstauglichkeit der Geräte ausfüllen. Auf Grundlage der Ergebnisse entwickelten die Autoren eine Gestaltungsempfehlung zum Erstellen von Navigationssystemen für Fußgänger (S. 11):

1. Die Karte sollte die Möglichkeit bieten, anhand der Orientierung des Nutzers ausgerichtet zu werden.
2. Der Nutzer sollte zwischen „kürzester“ und „überdachter“ Route auswählen können.
3. Es sollten zusätzliche Techniken entwickelt werden, die die Lokalisierung des Nutzers verbessern.
4. Die Karte sollte Zoomstufen (Zoom) und Funktionen zum Verschieben (Swipe) bieten.
5. Die Position der Gebäudeeingänge und ihre Art sollte auf der Karte berücksichtigt werden.
6. Überdachte und offene Routen sollten unterschiedlich farbig gekennzeichnet sein.
7. Das System muss die Möglichkeit bieten, die gesamte Route zu betrachten, bevor die Navigation gestartet wird.
8. Die Vorlieben der Nutzer haben einen Einfluss auf die Wahl der bevorzugten Route. Daher sollten ihm verschiedene Routen angeboten werden, aus denen er wählen kann.

3. Fragestellung

Während im Falle einer Website eine hohe Usability bestenfalls mit hoher Kundenzufriedenheit und –bindung, im eCommerce-Bereich außerdem erhöhten Umsätzen einhergeht, ist die Navigation mit Hilfe einer elektronischen Navigationshilfe ein Anwendungsfall, bei dem eine hohe Gebrauchstauglichkeit sicherheitsrelevant ist. Vor dem Hintergrund der weiterhin kritischen Sicherheitslage in der Schifffahrt gilt dies nicht nur im Auto auf der Straße oder im Flugzeug in der Luft, sondern auch auf einem Schiff zur See. Auch hier gilt, dass das Arbeitsgedächtnis des Steuernden durch die ausgeführte Haupttätigkeit des Segelns bereits beansprucht ist. Außerdem lässt sich das Maß der Beanspruchung kaum vorhersagen, da es durch unregelmäßig vorkommende, externe Belastungsfaktoren (bspw. erhöhtes Verkehrsaufkommen, Böen oder Seegang) beeinflusst wird. Um trotzdem einen möglichst sicheren Gebrauch von Navigationssystemen während der Fahrt gewährleisten zu können, sollten diese ein hohes Maß an Gebrauchstauglichkeit aufweisen. Auch die voranschreitende Verbreitung der Kartenplotter, die bereits heute auf vielen Charterschiffen und somit auch Hobbyseglern mit begrenzter Domänenexpertise zur Verfügung stehen, verlangt nach einer guten Nutzbarkeit der Geräte.

Das Erkennen von Usability-Problemen ist in den meisten Fällen keine triviale Aufgabe. Außerdem spielen sowohl der Nutzer als auch der Umgebungskontext für das Auftreten solcher Probleme eine große Rolle. Deshalb ist es zwingend erforderlich Usability-Tests zur Evaluierung von technischen Systemen durchzuführen. Da die Recherche zum Thema „Usability von Seekartenplottern“ ergebnislos blieb, ist es Inhalt dieser Arbeit einen explorativen Usability-Test für drei Kartenplotter zur Navigation von Segelschiffen durchzuführen und auszuwerten. Auf Grundlage der bereits vorgestellten Forschungsergebnisse zur Usability von Navigationsgeräten anderer Domänen sowie der Ergebnisse des durchgeführten Usability-Tests, wird abschließend eine allgemeine Gestaltungsrichtlinie für Seekartenplotter entwickelt. Diese soll für die Entwicklung möglichst gebrauchstauglicher Geräte genutzt werden können.

4. Methoden

Der folgende Abschnitt gliedert sich in drei Teile: Zunächst werden die untersuchten Kartenplotter, anschließend die Segelyacht, auf der die Geräte verbaut sind, vorgestellt. Abschließend wird der Usability-Test thematisiert. Dabei soll sowohl auf die Versuchspersonengruppe, den generellen Ablauf und den Versuchsplan eingegangen werden, als auch auf die verwendeten Usability-Methoden zur Erhebung und Auswertung der Daten.

4.1. Die Kartenplotter

4.1.1. Raymarine eS75

Das Raymarine eS75 (vgl. Abbildung 3) ist ein 7-Zoll Multifunktionsdisplay, das die Möglichkeit bietet neben einem GPS-Kartenplotter weitere Funktionen wie Sonar, Radar, Anemometer oder Echolot auf einem Bildschirm zu vereinen. Im Usability-Test wurden allerdings ausschließlich der Vektorkartenplotter, welcher auf einer Seekarte des Herstellers *Navionics* basiert, sowie das Echolot genutzt.



Abbildung 3: Produktbild (Raymarine eS75, 2015)

Das Gerät kann sowohl über einen Touchscreen als auch über physische Bedienelemente (u.a. Unicontrolbutton) gesteuert werden. Es wird an Bord fest installiert und ist nicht mobil einsetzbar.

4.1.2. Garmin GPSmap 721

Das Garmin GPSmap 721 (vgl. Abbildung 4) ist, wie das Raymarine eS75, ein 7-Zoll Multifunktionsdisplay. Es bietet somit ebenfalls die Möglichkeit verschiedene Signale wie GPS, Sonar, Radar, Anemometer oder Echolot zu empfangen und zu verarbeiten. Im Usability-Test wurden allerdings wiederum ausschließlich der Vektorkartenplotter (Kartenmaterial von Garmin) und das Echolot verwendet.



Abbildung 4: Produktbild (Garmin GPSmap 721, 2015)

Im Gegensatz zum Raymarine eS75 verzichtet das Garmin GPSmap 721 auf jegliche physische Bedienelemente. Das Gerät ist somit ausschließlich über den Touchscreen steuerbar. Auch das Garmin GPSmap 721 wird fest installiert und ist nicht mobil einsetzbar.

4.1.3. Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator

Der Yacht Navigator von Delius Klasing (vgl. Abbildung 5) ist eine Applikation, die auf beliebigen Tablets installiert werden kann. Im Gegensatz zu den zwei anderen Geräten im Test handelt es sich also nicht um ein Multifunktionsdisplay. Die Applikation bietet lediglich die Möglichkeit auf das GPS-Modul des Gerätes zuzugreifen, so dass der Kartenplotter in vergleichbarem Umfang zur Verfügung steht. Der Plotter basiert auf den Seekarten von Delius Klasing. Diese werden, im Unterschied zu den vorherigen Geräten, als Rasterkarten angezeigt.



Abbildung 5: Screenshot der App (Yacht Navigator App, 2015)

Im Test wurde der Yacht Navigator auf einem Neptune Outdoor Tablet verwendet und war dementsprechend auch mobil einsetzbar. Bedient wurde das Tablet über einen Touchscreen.

4.2. Apparatur & Material

Sämtliche Usability-Tests fanden in der Pflicht der 32 Fuß langen Segelyacht „Mary Read“ (Typ Hornet 32) statt. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 6 dargestellt. Wie bereits erwähnt, waren sowohl das Raymarine eS75, als auch das Garmin GPSmap 721 fest montiert. Mit Hilfe eines Schwenkarmes konnte das Raymarine gedreht, geschwenkt und gekippt werden, während das Garmin ausschließlich gekippt werden konnte. Das Raymarine war direkt neben dem Steuerrad und dem Kompass (Position 1), das Garmin an der Innenseite der Unterdeckstür angebracht (Position 2).

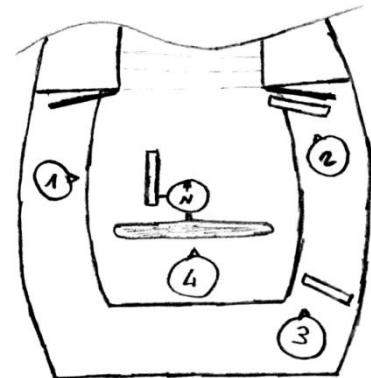


Abbildung 6: Skizze des Versuchsaufbaus (Sicht von oben)

Das Neptune Tablet mit der Yacht Navigator Applikation wurde ebenfalls immer im Cockpit getestet (bspw. Position 3).

Während der Tests im Hafen waren nur der jeweilige Proband (je nach Gerät Position 1, 2 oder 3), sowie der Protokollant (beliebige Position) in der Pflicht. Außerdem wurde ein Tisch aufgestellt, der das Erstellen des Protokolls erleichterte. Für die Versuche unter Fahrt war in der Regel die gesamte vierköpfige Crew anwesend, wobei der Proband sich wieder an Position 1, 2 oder 3, der Steuermann an Position 4 und der Protokollant sowie das vierte Crewmitglied an einer beliebigen Position im Cockpit befanden. Die Versuche wurden bei ausreichendem Wind unter Segel durchgeführt. Der Tisch musste aus sicherheitsrelevanten

Gründen außerdem abgebaut und verstaut werden, so dass zum Anfertigen der Protokolle auf ein Klemmbrett zurückgegriffen wurde.

4.3. Usability-Test

4.3.1. Versuchspersonen

9 Versuchspersonen (Vpn) im Alter zwischen 24 und 29 Jahren (vgl. Tabelle 2) nahmen freiwillig an dem Usability-Test teil. Es wurde keine finanzielle Entschädigung angeboten, allerdings durften alle Probanden an einem der insgesamt drei einwöchigen Törns auf der Ostsee teilnehmen. Außerdem wurde die Mitarbeit an den Experimenten mit Versuchspersonen-Stunden entlohnt. Jedem Teilnehmer wurde für seine Zeit an Bord ein Kartenplotter zugewiesen, welchen er bedienen und testen sollte. Somit wurde jeder Plotter von drei unterschiedlichen VPs getestet (vgl. Tabelle 2). Die Zuteilung erfolgte auf Wunsch der Probanden, wobei keiner der Teilnehmer bereits vor dem Projekt mit einem der Geräte vertraut war. 6 Vpn gaben an bereits vor dem Törn Segel-Erfahrung gesammelt zu haben. Außerdem nahmen 7 Vpn vor dem Projekt an einem Kurs teil, der zur Vorbereitung der Prüfung Sportbootführerschein See die Grundlagen der klassischen Navigation (mit Hilfe von Papierseekarten) erläuterte. Alle Probanden waren Studenten des Masterstudienganges Human Factors.

Tabelle 2: Versuchspersonen

	Alter [a]	Geschlecht	Segel-Erfahrung	Navigations-Erfahrung	Törn	Gerät
VP1	24	m	Nein	Ja	Dänische Südsee	Tablet
VP2	26	w	Nein	Ja	Dänische Südsee	Garmin
VP3	26	w	Ja	Nein	Dänische Südsee	Raymarine
VP5*	27	m	Ja	Ja	Über die Ostsee	Raymarine
VP6	27	m	Ja	Ja	Über die Ostsee	Tablet
VP7	29	w	Nein	Ja	Über die Ostsee	Garmin
VP8	28	m	Ja	Ja	Rund Rügen	Raymarine
VP9	27	m	Ja	Ja	Rund Rügen	Garmin
VP10	26	m	Ja	Nein	Rund Rügen	Tablet

**VP4 fehlt, da die Skipperin während der Törns zwar an Experimenten, auf Grund ihrer Vorkenntnisse mit den Geräten allerdings nicht an den für diese Arbeit relevanten Usability-Testungen teilnahm.*

Auf Grund der geringen bis mittelmäßigen Segel- und Navigationserfahrung gilt die Domänenexpertise aller Probanden als gering. Im Gegensatz dazu darf angenommen

werden, dass die Usability-Expertise der Human Factors Studenten einigermaßen hoch ist. Daher handelt es sich bei dem durchgeführten Usability-Test um eine Evaluation der Geräte durch Usability-Experten.

4.3.2. Ablauf

Die Probanden hatten vor den explorativen Usability-Tests jeweils eine mehrtägige Eingewöhnungsphase mit Boot und Gerät (vgl. Tabelle 3). Dazu wurde zunächst die klassische Routenplanung mit Hilfe von Papierseekarten durch den Skipper wiederholt. Die so geplante Route wurde anschließend in die Geräte übertragen. Am nächsten Tag wurde die Navigation des Schlags durch den Skipper mit Hilfe der klassischen Seekarte durchgeführt. Die Probanden waren allerdings angehalten ihre Geräte parallel zu benutzen, um die Funktionen kennen zu lernen. Die Trainingsphase diente vor allem dazu, dass die segel-unerfahrenen Teilnehmer erste Erfahrungen im Umgang mit dem Boot sammeln konnten. Außerdem ist die Funktionsdichte der getesteten Kartenplotter derart hoch, dass eine Einführungsphase erforderlich war, um zu gewährleisten, dass die sicherheitsrelevante Navigationsaufgabe fehlerfrei erfüllt werden konnte.

Während der Törns war jeder Proband an einem Tag als verantwortlicher Navigator der Crew eingeteilt. An diesen Tagen, wurde die Yacht ausschließlich auf Berufung seiner Angaben gesteuert. Der Proband verwendete zur Navigation den ihm zugeteilten Seekartenplotter. Um die ökologische Validität möglichst hoch zu halten, bestand der Usability-Test nicht aus festgelegten kleinteiligen Aufgaben und war daher wenig standardisiert. Stattdessen wurden zwei grobe Aufgabenbereiche definiert, in denen die Geräte explorativ untersucht werden sollten: Routenplanung und Navigation.

Die Routenplanung wurde jeweils am Abend vor dem Schlag vom verantwortlichen Tagesnavigator mit Hilfe des ihm zugeordneten Kartenplotters durchgeführt (vgl. Tabelle 3). Im Verlauf der Planung wurden mehrere Wegpunkte am Plotter gesetzt und zu der Route verbunden, die am nächsten Tag abgefahren werden sollte. Dabei musste auf alle möglichen Gefahrenstellen geachtet und die Route so geplant werden, dass diese sicher umfahren wurden. Der verantwortliche Navigator war während der Planung angehalten „laut zu denken“ (siehe dazu Absatz 4.3.4.1). Ein Beobachter protokollierte ausgesprochene sowie beobachtete Usability-Probleme. Im Anschluss an die abgeschlossene Planung folgten außerdem zwei standardisierte Tests – ISONORM 9241/10 und AttrakDiff (siehe dazu Absatz 4.3.4.2) – die vom Navigator auszufüllen waren.

Die eigentliche Navigation fand am selben oder folgenden Tag statt. Der Navigator übernahm für diesen Tag mit Hilfe seines Kartenplotters die Verantwortung für die Navigation der Yacht. Der Skipper trat dabei teilweise als Steuermann, der die Anweisungen des Navigators „blind“ befolgte, teilweise auch als passive Kontrollinstanz auf. Ein anderes

4. Methoden

Crewmitglied protokollierte wiederum auftretende Usability-Probleme. Im Anschluss an den Schlag folgten abermals die zwei Tests – ISONORM 9241/10 und AttrakDiff – die wiederum vom Navigator ausgefüllt werden sollten.

Tabelle 3: Exemplarischer Törnablauf „Rund Rügen“

Tag	Usability-Tests	Sonstiges
1 Greifswald-Vitte	-	Kennenlernen Boot & Segeln
2 Hafentag	-	Wdh. klassischer Routenplanung Einarbeitung Geräte: Routenplanung
3 Vitte-Glowe	Routenplanung Raymarine	Einarbeitung Geräte: Navigation
4 Glowe-Sassnitz	Navigation Raymarine	-
5 Sassnitz-Lauterbach	Routenplanung Garmin	-
6 Lauterbach-Lubmin	Navigation Garmin Routenplanung Tablet	Keystroke-Level Modell
7 Lubmin-Kröslin	Navigation Tablet	-

Neben den zwei Usability-Tests wurde außerdem das Keystroke-Level Modell angewandt, welches in Absatz 4.3.4.3 noch näher vorgestellt werden soll. Das Modell wurde gegen Ende des dritten Törns, also nachdem die dritte Crew eine knappe Woche auf See und mit den Geräten verbracht hatte, durchgeführt. Dies gewährleistete zum einen, dass die gewonnenen Erkenntnisse keinen Einfluss auf die eigentlichen Usability-Tests haben konnten. Zum anderen waren die Probanden zu diesem Zeitpunkt bereits gut mit ihren Geräten vertraut, so dass die Durchführung des Modells leichter fiel. Folgende Aufgaben wurden dabei untersucht:

1. Einen neuen Wegpunkt an einer ungefähren Position auf der Karte erstellen.
2. Einen bestehenden Wegpunkt löschen.
3. Eine Route aus zwei bestehenden Wegpunkten erstellen.
4. Während der Navigation den Kurs zwischen zwei zukünftigen Wegpunkten anzeigen.
5. Einen Wegpunkt nachträglich in eine bereits bestehende Route einfügen.
6. Die Track-Aufzeichnen starten.

Die Aufgaben wurden so gewählt, dass möglichst häufig genutzte Interaktionen abgebildet waren. Für alle Aufgaben wurde davon ausgegangen, dass der Nutzer von der Ansicht der Seekarte ohne geöffnete Menüs startet und im Anschluss an die erledigte Aufgabe auch wieder zu dieser zurückkehren möchte. Diese Regelung hatte zum einen den Vorteil eines klar definiertem Start- und Zielpunkt, zum anderen bildet sie inhaltlich ab, dass der Nutzer nach der Aufgabe entweder den Erfolg überprüfen oder die Navigation wieder aufnehmen möchte. Beides gelingt nur mit Hilfe der Seekartenansicht.

4.3.3. Versuchsplan

Der Usability-Test wurde in der genannten Form auf den drei unterschiedlichen Törns mit jeweils unterschiedlichen Probanden durchgeführt. Jedes Gerät wurde dementsprechend drei Mal in der Routenplanung und in der Navigation getestet. Da die Törns unterschiedliche Start- und Zielpunkte hatten, wurden alle Geräte auf unterschiedlichen Routen getestet. Durch diese Versuchsplanung war es möglich jedes Gerät unter verschiedenen Bedingungen zu testen. Der Törn „Dänische Südsee“ umfasste das Navigieren zwischen zahlreichen Inseln mit vorgelagerten Flachs, während „Über die Ostsee“ lange Strecken über das offene Meer und „Rund Rügen“ viele enge Fahrwasser beinhaltete. Natürlich war auch die Wetter- und Windlage über die Törns weder zu kontrollieren noch zu standardisieren, so dass sich auch hier unterschiedliche Bedingungen ergaben, in denen die Geräte zum Einsatz kamen.

Das Keystroke-Level Modell wurde nur einmal, durch die Crew des dritten Törns, durchgeführt.

4.3.4. Erhebungsmethodik

Im folgenden Abschnitt sollen die zur Erhebung der Daten eingesetzten Methoden näher beschrieben und erläutert werden. Zunächst wird das Laute Denken, welches wie erwähnt während der Usability-Tests durchgeführt wurde, anschließend sowohl die verwendeten standardisierten Tests als auch das Keystroke-Level Modell vorgestellt.

4.3.4.1. *Lautes Denken*

Lautes Denken wurde bereits 1945 von Karl Duncker entwickelt und ist eine traditionelle psychologische Methode, die kognitive Prozesse erfassbar machen soll. Die Probanden werden angehalten alle Gedanken während eines Versuches laut auszusprechen. Es ist dabei nicht notwendig vollständige oder semantisch richtige Sätze zu sprechen. Die Probanden sollten so instruiert werden, dass ihnen klar ist, dass auf Grund der Möglichkeit von Gedankensprüngen die ausgesprochenen Sätze auch unvollständig sein dürfen. Außerdem sollten die Teilnehmer keinesfalls ihr eigenes Handeln oder ihre eigenen Schlussfolgerungen erklären. Ein unbeteiligter Protokollant protokolliert sämtliche Aussagen schriftlich. Das Protokoll wird nach Abschluss des Versuches vom Evaluierenden ausgewertet (siehe dazu Abschnitt 4.3.5).

In der Usability-Evaluation wird lautes Denken häufig eingesetzt, um die Sicht des Nutzers auf das getestete System greifbar zu machen. Die Methode erleichtert somit dem Evaluierenden Missverständnisse des Nutzers zu erkennen und Fehler bzw. Verzögerungen in der Aufgabenbearbeitung zu interpretieren. Nielsen (1994) nennt lautes Denken, auf Grund seiner einfachen Umsetzbarkeit sowie dem hohen Erkenntnisgewinn, die vermutlich wertvollste Usability-Methode. Dennoch ist die Methode nicht ohne Nachteil. Nielsen

diskutiert zum einen, dass lautes Denken eine zusätzliche Aufgabe darstellt, die der Proband bewältigen muss. Lautes Denken verlängert daher in den meisten Fällen die gemessene Bearbeitungszeit. Durch diese Verlangsamung der Bearbeitungsgeschwindigkeit und das explizite Aussprechen der Gedanken, kann es zum anderen dazu kommen, dass dem Probanden Inkonsistenzen oder Fehler im eigenen Denken eher auffallen. Dies führt dazu, dass generell weniger Fehler in der Interaktion gemacht werden.

Alternative Methoden wären bspw. die nachträgliche Videoanalyse, bei der die Versuchsperson gefilmt und ihr Verhalten nachträglich durch den Evaluierenden analysiert wird, oder das Videofeedback, bei dem ausgewählte Teile des aufgenommenen Videos nochmals mit dem Probanden angeschaut und besprochen werden. Beide Methoden sind allerdings mit einem deutlich höheren Aufnahme- und Auswertungsaufwand verbunden. Auf Grund der speziellen Kontextbedingungen (schwankendes Schiff, wenig Platz, Gefahr von Spritzwasser) auf einer fahrenden Segelyacht mussten videogestützte Methoden ausgeschlossen werden.

Bei der Bearbeitung der Routenplanungs- und Navigationsaufgabe wurde daher „laut gedacht“. Die Äußerungen wurden protokolliert und die Protokolle nach Abschluss der Törns ausgewertet. Als Besonderheit sei noch erwähnt, dass die Aufgabe des Navigierens in der Regel mehrere Stunden dauerte und mit längeren Pausenzeiten (bspw. Fahrt ohne ausschlaggebende Richtungsänderung) versehen war. Deshalb war ein pausenloses lautes Denken für die Probanden nicht vertretbar. Sie wurden stattdessen angehalten nur jene Gedanken laut zu äußern, die direkten Bezug zur Navigationsaufgabe hatten.

4.3.4.2. Standardisierte Tests

Während Tests im Sinne der klassischen Testtheorie in der Praxis von Usability-Agenturen kaum eingesetzt werden, sind sie als standardisiertes Messinstrument in der wissenschaftlichen Analyse nützlich und werden dementsprechend häufig verwendet. Die Gründe hierfür liegen in den Stärken und Schwächen der Evaluationsmethode. Nach Sarodnick & Brau (2011) zählen zu den Stärken:

- Die Möglichkeit subjektive Daten quantifizieren und statistisch auswerten zu können.
- Bei ausreichender Überprüfung des Tests eine hohe Reliabilität und Validität der erhobenen Daten.
- Durch die weitestgehende Trennung von Versuchsleiter und Proband (im Gegensatz zu bspw. einem Interview) ist eine hohe Objektivität gegeben.
- Die Vielzahl der verfügbaren Usability-Fragebögen, die flexibel an jeder Stelle des Entwicklungsprozesses genutzt werden können.
- Die Möglichkeit relativ schnell auch größere Stichproben erheben zu können.

Sie nennen außerdem folgende Schwächen der Methode:

- Gerade die Tests, die eine hohe Reliabilität, Validität und Objektivität auszeichnet, lassen durch die vorgegebenen Antwortformate wenig bis gar keine Freiräume für die Reaktion der Probanden.
- Flexible Änderungen und Anpassungen an das zu untersuchende System sind in der Regel nicht möglich.
- Die durch den Test festgelegten Fragen fokussieren eventuell zu stark auf bestimmte Bereiche der Usability, teilweise werden allerdings auch dem Versuchsleiter die vorliegenden Probleme erst während des Usability-Testes klar. Daher ist es teilweise schwer im Vorhinein einen exakt passenden Test auszuwählen.
- Die Entwicklung eines eigenen Testes, der die genannten Vorteile tatsächlich besitzt, ist sehr aufwendig.

Zusammengefasst existiert eine Vielzahl standardisierter Tests, die valide, objektive und reliable Daten liefern. Gleichzeitig sind die Tests allerdings wenig flexibel und die Neuentwicklung sowie Auswertung aufwendig. Daher ist es kaum verwunderlich, dass in der Wirtschaft, in der es hauptsächlich um Effizienz, d.h. schnellen Erkenntnisgewinn, geht kaum auf dieses Messinstrument zurückgegriffen wird. Für wissenschaftliche Analysen eignen sich Tests hingegen, weshalb auch im hier durchgeführten Usability-Test zwei eingesetzt wurden. Diese werden im Folgenden näher vorgestellt.

ISONORM 9241/10

Wie bereits in Kapitel 2.3.2 erwähnt wurde der ISONORM 9241/10 Test von Prümper & Anft (1993) im Zusammenhang mit der Veröffentlichung der DIN EN ISO 9241-10 entwickelt. Mittlerweile wurde dieser Teil der Norm zur bereits vorgestellten DIN EN ISO 9241-110 umbenannt. Der Test orientiert sich an den in der Norm vorgestellten Grundsätzen der Usability (vgl. Abschnitt 2.3.2). Nach Prümper & Anft kann er sowohl zur Bewertung bereits bestehender Systeme als auch früher im Entwicklungszyklus, d.h. für Prototypen, eingesetzt werden. Der ISONORM 9241/10 besteht aus 35 Items auf sieben Subskalen (die den Grundsätzen der Usability der Norm entsprechen), die jeweils auf einer siebenstufigen Skala von „- -“ bis „+ +“ beantwortet werden. Im Zuge der Umbenennung der Norm wurde auch der Test weiterentwickelt, so dass heute ein ISONORM 9241/110 verfügbar ist. Dieser wurde allerdings lediglich um eine abschließende Bewertung (subjektive Wichtigkeit der vorliegenden Subskala) sowie eine offene Frage (Nennung eines Beispiels, das die Aspekte der Subskala verletzt) erweitert. Da sich an den Grundsätzen der Usability nichts maßgeblich geändert hat, kann auch die Vorgängerversion noch problemlos eingesetzt werden.

In einer Untersuchung konnte Prümper (1997) außerdem zeigen, dass der ISONORM 9241/10 die wissenschaftlichen Gütekriterien – Reliabilität und Validität – unter den

Einschränkungen der klassischen Testtheorie erfüllt. Grundlage hierzu waren die Beurteilungen von insgesamt 1265 Benutzern, die 178 Softwareprogramme mit Hilfe des Tests bewerteten. Zur Bestimmung der Reliabilität nutzte der Autor zum einen die Wiederholungsmethode, bei der Probanden die gleiche Software mit einem Abstand von (im Mittel) 6,7 Monaten zwei Mal bewerten sollten. Zum anderen führte er eine Konsistenzanalyse durch, um die innere Konsistenz des Tests zu prüfen. Die Validität prüfte er kriterienbezogen, indem er die Ergebnisse des Tests mit denen einer Expertenevaluation nach dem Leitfaden zur softwareergonomischen Evaluation „EVADIS II“ verglich. Außerdem prüfte Prümper die Konstruktvalidität durch den Vergleich der Test-Ergebnisse einer ursprünglichen Softwareversion mit den Ergebnissen einer verbesserten Version der gleichen Software. Alle Prüfungen kamen zu einem positiven Ergebnis, weshalb der Test bis heute als reliables und valides Messinstrument gilt.

Auf Grundlage der Daten jener Softwareprogramme, die mindestens von sieben Nutzern beurteilt wurden (insgesamt 41), berechnete der Autor außerdem eine Normierung für den Test (vgl. Tabelle 4). Anhand dieser Normierung ist es möglich, die Ergebnisse des ISONORM 9241/10 einer einzelnen Software in Bezug zur Beurteilung anderer Programme zu setzen.

Tabelle 4: Skalenwerte des ISONORM 9241/10 nach Prümper (1997)

Grundsatz	\bar{x}	min.	max.	s
Aufgabenangemessenheit	4,87	2,60	5,76	.70
Selbstbeschreibungsfähigkeit	4,55	2,50	5,70	.65
Steuerbarkeit	5,01	3,20	6,13	.75
Erwartungskonformität	4,94	2,97	6,09	.72
Fehlertoleranz	4,29	2,59	5,75	.79
Individualisierbarkeit	4,28	2,41	5,92	.92
Lernförderlichkeit	4,52	2,56	5,83	.70

Der Test stellt somit ein gut validiertes Mittel dar, mit dem sich die subjektive Gebrauchstauglichkeit unterschiedlichster Systeme erheben lässt.

AttrakDiff 2

Im Gegensatz zum ISONORM 9241/10 erfasst der AttrakDiff 2 Test (Hassenzahl, Burmester & Koller, 2003) nicht ausschließlich „pragmatische Qualitäten“ (Usability), sondern auch „hedonische Qualitätsaspekte“ (User Experience). Diese entsprechen der „Zufriedenstellung“, die in der Definition der DIN EN ISO 9241-11 zwar einen festen Platz eingeräumt bekommen hat, im ISONORM 9241/10 Test jedoch nicht bzw. nur unzulänglich berücksichtigt wird (Hassenzahl, 2001). Die hedonischen Qualitätsaspekte begründen sich nach Hassenzahl et al. (2003) darauf, dass Personen „mit einem Produkt auch noch die Bedürfnisse Stimulation und Identität“ (S. 1) verbinden. Stimulation beschreibt das Bedürfnis die eigenen Fertigkeiten zu verbessern. Identität steht für das Bedürfnis sich mit einem

System identifizieren zu können, um bspw. eine bestimmte Außenwirkung zu kommunizieren. Gebrauchstauglichkeit und hedonische Qualitäten sind sowohl subjektiv als auch unabhängig voneinander. Es ist demnach denkbar, dass ein System als gebrauchstauglich, allerdings nicht als hedonisch bewertet wird. Deshalb ist es nötig beide Qualitätsdimensionen zu erheben. Der AttrakDiff 2 erfasst außerdem die Attraktivität eines Systems, eine globale Bewertung, die in etwa gleich stark durch pragmatische und hedonische Qualität beeinflusst wird.

Der Test besteht aus 28 Items auf vier Subskalen (Pragmatische Qualität, Hedonische Qualität: Identität, Hedonische Qualität: Stimulation, Attraktivität). Die Items bestehen jeweils aus einem gegensätzlichen Wortpaar (bspw. schlecht – gut) und müssen auf einer siebenstufigen Skala bewertet werden. Hassenzahl et al. (2003) konnten in mehreren Untersuchungen außerdem die Reliabilität und Validität des Tests zeigen. Online steht sowohl eine elektronische Version als auch eine automatisierte statistische Auswertung zur Verfügung.

4.3.4.3. Keystroke-Level Modell (KLM)

Das Keystroke-Level Modell (Card, Moran & Newell, 1980) ist die einfachste Vorgehensweise des GOMS-Modells. Das GOMS-Modell, ebenfalls von Card, Moran & Newell entwickelt, gehört zu den aufgabenanalytischen Verfahren, denn es geht davon aus, dass Benutzer anstehende Aufgaben zur Bearbeitung in kleinste Teilaufgaben herunterbrechen. Die Teilaufgaben werden anschließend nacheinander abgearbeitet, bis die eigentliche Aufgabe erledigt ist. Das KLM liefert pauschale Zeiten für typische physische oder auch kognitive Handlungsschritte, die sogenannten Operatoren. Auf Grundlage des KLM ist es somit möglich, relativ schnell, die Bearbeitungsgeschwindigkeit geübter Nutzer von Software-Produkten vorherzusagen. Dazu zerlegt man eine Aufgabe in ihre kleinsten Teilaufgaben und addiert anschließend mit Hilfe des KLM die Bearbeitungszeiten für diese kleinsten Teilaufgaben auf.

Da das KLM bereits 1980 entwickelt wurde, sind im ursprünglichen Modell keine Interaktionen mit Touchscreens vorgesehen. Viel mehr beschränken sich die Operatoren (vgl. Tabelle 5) auf Interaktionen mit einem Computer, der mit Maus und Tastatur bedient wird. Schulz (2014) führte deshalb eine Studie durch, in der er verschiedene Mobiltelefone mit Hilfe des KLM bewertete. Die Ergebnisse verglich er im Anschluss und überprüfte, ob das Modell auch für die Bedienung eines Touchscreens sinnvolle Daten liefern könne. Er kam zu dem Schluss, dass das KLM grundsätzlich auch zur Evaluation von Mobiltelefonen geeignet sei. Die Operatoren des Modells lassen sich laut Schulz inhaltlich auf die Interaktionen mit einem Touchscreen übertragen. Dennoch weist der Autor darauf hin, dass die angegebenen Zeitdauern für diesen Anwendungsfall teilweise nicht haltbar sind, weshalb

4. Methoden

sie in der Literatur diskutiert werden. Solange jedoch über alle Geräte bzw. Tests hinweg die gleichen Zeiten verwendet werden, ist der Einfluss alternativer genauerer Zeiten nach Schulz zu vernachlässigen.

Tabelle 5: Liste der ursprünglichen KLM Operatoren

Operator	Erklärung	Zeitdauer
(K) Keystroke	Tastendruck beim Schreiben mit einer Tastatur	120-1200ms (extrem gute Schreiber bis zur Ein-Finger-Suchmethode); für mittel geübte Benutzer 280ms
(B) Button	Die Maustaste drücken oder loslassen (d.h. ein Klick entspricht 2 * Button)	100ms
(P) Pointing	Ausrichten der Maus auf ein Zielobjekt	1100ms
(H) Homing	Wechsel der Hand zwischen Eingabegeräten (z.B. Maus und Tastatur)	400ms
(M) Mentally preparing	Mentale Vorbereitung auf eine Routine-Bewegung	600-1350ms, je nach Benutzer, im Mittel 1200ms
(W) Waiting	Antwortzeiten des Systems	Abhängig vom System

Batran & Dunlop (2014) erweiterten das KLM dennoch um drei Operatoren (vgl. Tabelle 6). Zum einen ersetzen sie den P-Operator durch einen deutlich kürzeren, was auch Schulz bereits gefordert hatte. Diese Änderung begründet sich in der Tatsache, dass die Bildschirme mobiler Geräte in der Regel deutlich kleiner sind als die fest installierter Computer. Außerdem entfällt beim Touchscreen der „Umweg“ über die Maus – der Nutzer kann direkt mit dem Finger interagieren, was den meisten Nutzern leichter fällt. Zum anderen führen die Autoren zwei gänzlich neue Operatoren ein: Swipe und Zoom. Die angegebenen Zeitdauern erhoben Batran & Dunlop mit 51 Probanden und 3090 Beobachtungen experimentell. Für diese Arbeit wird das durch Batran & Dunlop erweiterte KLM verwendet.

Tabelle 6: Erweiterung der KLM Operatoren

Operator	Erklärung	Zeitdauer
(P) Pointing	Ausrichten des Fingers auf ein 200*200px Icon max. 700px entfernt	80ms
(S) Swipe	Kurzer, ungezielter Swipe über ½ 5“-Display	70ms
(Z) Zoom	½ Screen-Zoom (100*100 zu 350*350px)	200ms

Die Stärke des KLM liegt darin, schnell und einfach eine Gesamtdauer für unterschiedlichste Aufgaben liefern zu können. Diese Gesamtdauer kann außerdem zwischen unterschiedlichen Systemen, mit denen die gleiche Aufgabe bearbeitet wird, verglichen werden. Dadurch erhält man einen groben Überblick darüber, welches System für geübte Nutzer effizienter funktioniert. Die Schwäche des Verfahrens liegt darin, dass von einem geübten Nutzer, der keine Fehler macht, ausgegangen wird. Die Modellierung von Bearbeitungszeiten eines Anfängers ist deutlich komplizierter und kann durch diese Methode nicht geleistet werden. Daher kann das KLM einen echten Usability-Test nicht ersetzen, wohl aber ergänzen.

4.3.5. Auswertungsmethodik

Die Auswertung des Keystroke-Level Modells sowie die der verwendeten standardisierten Tests folgt den Vorgaben der jeweiligen Methode. In diesem Abschnitt soll deshalb vor allem die Auswertung der Protokolle des lauten Denkens im Detail dargestellt werden.

Für die Auswertung wurde zunächst der gesamte Inhalt transkribiert und die einzelnen Äußerungen als positives und negatives Feedback klassifiziert. Die Aussagen werden anschließend (wo nötig) treffender formuliert oder zusammengefasst. Es folgt die inhaltliche Kategorisierung der aufgenommenen Punkte. Dazu wird zunächst alles Feedback einem der zehn definierten Softwarebereiche zugeordnet, die im Folgenden erläutert werden sollen.

1. **Funktion**

„Funktion“ beinhaltet alle Anmerkungen, die entweder ein vorhandenes Feature kritisieren oder aber ein neues Feature zur Verbesserung des Gerätes vorschlagen.

2. **Menü**

Alle Aussagen, die mit der Gestaltung der Menüstruktur im Allgemeinen zu tun haben werden dem Bereich „Menü“ zugeordnet. Auch Kritiken an vorhandenen Funktionen, die auf Grund der Menüführung entweder gar nicht gefunden wurden oder nur umständlich nutzbar sind, finden sich hier.

3. **Steuerung**

„Steuerung“ betrifft jedes Feedback, dass mit der manuellen Steuerung der Geräte (bspw. über die Touchscreens) und den daraus resultierenden Vor- und Nachteilen zu tun hat.

4. **Zoom**

Die Geräte nutzen entweder Vektor- oder Rasterkarten. Beide Systeme haben spezifische Vor- und Nachteile. Anmerkungen, die hiermit zusammenhängen, sind unter „Zoom“ eingeordnet.

5. **Symbolik**

Feedback zu verwendeten Icons und Symbolen innerhalb der Software sind unter „Symbolik“ zu finden.

6. **Wortwahl**

Aussagen bezüglich der Aussagekraft, Verständlichkeit und Passung der verwendeten Begrifflichkeiten sind „Wortwahl“ zugeordnet.

7. **Design**

„Design“ beinhaltet alle Kritikpunkte zum Aussehen bzw. zur grafischen Gestaltung der Software. Es handelt sich allerdings nicht nur um optische Anregungen, sondern auch Missverständnisse auf Grund von unpassender Gestaltung sind hier zu finden.

8. Allgemein

Allgemeines, unspezifisches Feedback zum Gerät (inklusive Software und Karte) wurde unter „Allgemein“ kategorisiert.

9. Handbuch

Kritik und Lob am Handbuch der Geräte ist hier zu finden.

10. Karte

„Karte“ betrifft alle Äußerungen die mit der Darstellung oder Informationen der Karte zu tun haben. Das Feedback richtet sich weniger an den Hersteller der Geräte, sondern eher an den Hersteller des Kartenmaterials. Dieser unterscheidet sich zumindest beim Raymarine eS75 vom Gerätehersteller (vgl. Kapitel 4.1).

Im zweiten Schritt wurde jeder Punkt einem der sieben Kriterien der DIN ISO 9241-110 – Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit, Fehlertoleranz und Individualisierbarkeit (vgl. Kapitel 2.3.2) – zugeordnet.

Abschließend wurde allen Usability-Problemen (d.h. negativem Feedback) ein Schweregrad zugewiesen. Die Folgenden werden hiermit definiert:

- **Grad 1: Kosmetisches Usability-Problem.** Hierbei handelt es sich um ein wenig folgenreiches Usability-Problem, das die Nutzung des Geräts kaum einschränkt. Teilweise kann es sich auch um den Vorschlag einer neuen Funktion handeln, die die Nutzung erleichtern würde. *Die Behebung durch den Hersteller wird nur bei ausreichender Zeitverfügbarkeit empfohlen.*
- **Grad 2: Mittleres Usability-Problem.** Mittlere Usability-Probleme haben Einfluss auf die Nutzung des Gerätes. Sie führen allerdings nicht dazu, dass Funktionen nicht gefunden oder verstanden werden oder sogar gar nicht funktionieren. Es kann allerdings sein, dass Funktionen erst nach einigem Suchaufwand gefunden werden. Auch Vorschläge neuer Funktionen können als Grad 2 klassifiziert werden, allerdings nur, wenn ohne das entsprechende Feature die Bearbeitung der Aufgabe nicht effektiv oder effizient zu bewältigen ist. *Die Behebung wird empfohlen, um dem Nutzbarkeitsanspruch der Nutzer gerecht zu werden.*
- **Grad 3: Kritisches Usability-Problem.** Usability-Probleme des dritten Grades beeinträchtigen die Nutzung der Geräte nachhaltig. Durch sie werden Funktionen gar nicht bzw. nur nach erheblichem Suchaufwand gefunden, oder nicht- bzw. missverstanden. Die Funktionen werden in der Folge nicht oder falsch genutzt. Auch gar nicht funktionierende Features tragen diesen Schweregrad. *Die Behebung kritischer Usability-Probleme wird dringlichst empfohlen.*

Es entsteht je Anwendungsfall und Gerät eine Matrix mit den Dimensionen „Bereich“ und „ISO 9241-110 Kriterium“, in der die Aussagen der Versuchspersonen wie beschrieben kategorisiert sind (siehe Tabelle Anhang 20-Anhang 25 im Anhang).

5. Auswertung

Dieser Abschnitt gliedert sich wie folgt: Zu Beginn werden die Ergebnisse des Keystroke-Level Modells kurz zusammengefasst. Im Anschluss wird ausführlich über die Ergebnisse der Usability-Tests berichtet. Dabei wird zunächst die Routenplanung, anschließend die Navigation behandelt. Beide Absätze beginnen mit einem Überblick über die mittleren Ergebnisse der Geräte in den standardisierten Tests (n = 3) (ISONORM 9241/10 und AttrakDiff 2). Sowohl das Keystroke-Level Modell als auch die standardisierten Tests sollen einen ersten Überblick über die Stärken und Schwächen der Geräte liefern. Anschließend werden die Protokolle des lauten Denkens der jeweiligen Aufgabe gerätespezifisch ausgewertet.

5.1. Keystroke-Level Modell (KLM)

Die Ergebnisse der Anwendung des Keystroke-Level Modells sind in Tabelle 7 zusammenfassend dargestellt. Die letzte Zeile der Tabelle zeigt dabei die über die Aufgaben 1, 2, 3b, 4, 5 und 6 berechnete mittlere Bearbeitungszeit und Platzierung der Geräte. Eine ausführliche Auflistung aller Teilhandlungen und Operatoren findet sich im Anhang 1 - Anhang 19.

Tabelle 7: Ergebnisse des Keystroke-Level Modells

Aufgabe	Nach KLM berechnete Bearbeitungszeit der Geräte [ms] (Platzierung)		
	Raymarine eS75	Garmin GPSmap 721	Yacht Navigator
1	1390 (2)	830 (1)	1470 (3)
2	1390 (2)	1670 (3)	560 (1)
3	1400 (1)	3400 (3)	2020 (2)
3b	4180 (3)	3620 (2)	2020 (1)
4	2600 (3)	1550 (1)	1830 (2)
5	1110 (2)	4120 (3)	640 (1)
6	1400 (3)	0 (1)	280 (2)
gemittelt	2012 (3)	1965 (2)	1133 (1)

1) Erstellung eines neuen Wegpunktes an einer ungefähren Position auf der Karte.

Die Bearbeitung dieser Aufgabe unterscheidet sich zwischen den Geräten nur leicht. Dennoch ergeben sich deutlich unterschiedliche Bearbeitungszeiten. Zunächst muss an allen drei Geräten der gewünschte Zielpunkt gefunden werden. Zur Vereinfachung wird hier davon ausgegangen, dass dies mit einem Swipe und einem Zoom zu schaffen ist. Anschließend muss beim Raymarine eS75 (Raymarine) und Garmin GPSmap 721 (Garmin) der Punkt auf

der Karte markiert werden. Während beim Garmin nur eine Bestätigung nötig ist, um den Wegpunkt zu erstellen, muss beim Raymarine noch durch ein kurzes Zwischenmenü navigiert werden. Die dadurch entstehenden zusätzlichen Taps führen zu der im Gegensatz zum Garmin (830ms) erhöhten Bearbeitungszeit des Raymarines (1390ms) nach KLM. Die Yacht Navigator Applikation (Tablet) funktioniert nach einem anderen Prinzip. Hier muss nach der Ausrichtung der Karte auf den gewünschten Zielpunkt ein Sidemenü geöffnet werden. In diesem Menü startet der Nutzer die Routenerstellung. Der erste Wegpunkt wird dadurch automatisch auf der Bildschirmmitte gesetzt und muss nachträglich durch den Nutzer zum exakten Zielpunkt verschoben werden. Dieses Vorgehen führt zwar dazu, dass das Tablet in Aufgabe 1 die längste Bearbeitungszeit (1470ms) hat, wird allerdings für Aufgabe 3 Vorteile bringen.

2) Löschen eines bestehenden Wegpunktes.

Das Löschen funktioniert mit dem Tablet am schnellsten (560ms), was vor allem daran liegt, das gänzlich auf Bestätigungsrückfragen verzichtet wird. Im Gegensatz dazu muss der Nutzer sich beim Raymarine (1390ms) zunächst bis zur Löschfunktion tapen und anschließend den Löschvorgang bestätigen. Das Garmin (1670ms) schneidet am schlechtesten ab, hier muss zunächst ein Menü durchgetapet und der Löschvorgang noch bestätigt werden, bevor ein Wegpunkt gelöscht werden kann.

3) Eine Route aus zwei bestehenden Wegpunkten erstellen.

Wie bereits in Kapitel 4.3.2 erwähnt, wurde bei den Aufgaben stets davon ausgegangen, dass der Nutzer die Bearbeitung von der Seekartenansicht startete und nach Abschluss auch wieder zu dieser zurück navigieren wollte. Diese Regelung führt dazu, dass das Garmin (3400ms) für Aufgabe 3 auf den ersten Blick deutlich am schlechtesten abschneidet. Die Seekartenansicht, in der der Nutzer die Wegpunkte setzen kann, liegt hier mehrere Menüebenen entfernt von dem Menü, in dem eine Route erstellt werden kann. Zwar ist die Rückkehr zur Kartenansicht deutlich schneller gestaltet, dies reicht allerdings insgesamt nicht aus, um ein besseres Ergebnis zu erzielen. Das Raymarine (1400ms) ermöglicht die schnellste Bearbeitungszeit. Dies liegt daran, dass es direkt von der Seekartenansicht aus möglich ist, eine Route zu erstellen. Nachdem der Vorgang gestartet ist, müssen lediglich die relevanten Wegpunkte ausgewählt werden. Auf den ersten Blick belegt das Tablet (2020ms) den mittleren Platz. Wie bereits oben geschildert startet das Gerät die Routenerstellung allerdings automatisch, sobald der Nutzer den ersten Wegpunkt setzt. Anschließend muss nur noch der zweite an der richtigen Stelle positioniert werden, und die Aufgabe ist abgeschlossen. Bedenkt man, dass in diesem Prozess nicht nur die Erstellung der Route, sondern auch die Erstellung der zwei Wegpunkte integriert ist, wird klar, dass das Tablet die Aufgabe der Routenerstellung eigentlich am schnellsten löst. Zwar bietet auch das Garmin die Möglichkeit eine neue Route aufzubauen und die betreffenden WP erst während dessen

zu setzen, es löst diese Aufgabe allerdings mit 3620ms dennoch langsamer. Um das gleiche Ergebnis mit dem Raymarine zu erreichen muss sogar zwei Mal der Prozess von Aufgabe 1 und anschließend der Prozess von Aufgabe 3 durchlaufen werden. Somit stehen für Aufgabe 3b 4180ms (Raymarine) und 3620ms (Garmin) im Vergleich zu den 2020ms des Tablets.

4) Während der Navigation den Kurs zwischen zwei zukünftigen, in einer Route aufeinanderfolgenden Wegpunkte anzeigen.

Bei dieser Aufgabe erreicht das Garmin (1550ms) die kürzeste Bearbeitungszeit. Um den Kurs anzuzeigen muss an diesem Gerät lediglich die Teilstrecke zwischen den zwei Wegpunkten auf der Seekarte angewählt werden. Es öffnet sich ein Infofeld, in dem die gesuchte Information präsentiert wird. Beim Tablet (1830ms) muss abermals das Sidemenü geöffnet und der Kurs aus der angezeigten Wegpunktliste abgelesen werden. Nur das Raymarine (2600ms) schneidet deutlich schlechter ab, was daran liegt, dass der Nutzer hier von der Seekartenansicht, durch das Menü, zu einer Liste aller Wegpunkt navigieren muss, um die gesuchte Information ablesen zu können.

5) Einen weiteren Wegpunkt nachträglich in eine bereits bestehende Route einfügen.

Dies gelingt dem KLM zufolge mit dem Tablet (640ms) am schnellsten. Hier muss der Nutzer lediglich den Routenabschnitt auf der Seekarte anwählen, zu dem er einen Wegpunkt hinzufügen möchte. Der Wegpunkt wird dann automatisch erstellt und muss anschließend nur noch an seine exakte Wunschposition verschoben werden. Das Raymarine (1110ms) funktioniert ähnlich, erfordert allerdings zwei Taps mehr. Am langsamsten ist die Aufgabe mit dem Garmin (4120ms) zu erledigen. Grund hierfür ist, wie bereits in Aufgabe 3 dargestellt, der lange Weg über diverse Menüebenen von der Seekartenansicht hin zur Routenkonfiguration. Im Gegensatz zu Aufgabe 3 muss beim nachträglichen Einfügen eines Wegpunktes allerdings noch tiefer in die Menüstruktur eingetaucht werden, weshalb diese Aufgabe die längste Bearbeitungszeit überhaupt erreicht.

6) Die Track-Aufzeichnung starten.

Das Garmin (0ms) übernimmt diese Funktion automatisch, sobald es in den Navigationsmodus übergeht. Beim Tablet (280ms) reicht ein Tap auf den in der Seekartenansicht immer sichtbaren Record-Button. Nur am Raymarine (1400ms) muss abermals das Menü bedient werden, um die gewünschte Funktion auszulösen. Dies erklärt die längere Bearbeitungszeit.

Wie bereits in Tabelle 7 dargestellt, schneidet das Tablet im Keystroke-Level Modell, bei vorausgesetzter gleicher Gewichtung aller beschriebenen Aufgaben, insgesamt am besten ab. Es belegt in drei Aufgaben den ersten, in drei den zweiten und nur einmal den letzten dritten Platz. Dabei scheinen die größten Vorteile des Geräts vor allem in der Erstellung und Bearbeitung von Routen zu liegen (Aufgabe 2, 3b, 5). Das Garmin belegt im KLM ebenfalls

dreimal den ersten Platz. Es scheint seine Stärken allerdings in den navigationsnahen Aufgaben zu haben (Aufgabe 4, 6). Das Raymarine belegt lediglich beim Erstellen einer Route aus zwei bestehenden Wegpunkten den ersten Platz. Die Aufgabe musste, wie bereits geschildert, im Nachhinein allerdings angepasst werden, um die Vergleichbarkeit zwischen den Geräten zu gewährleisten.

5.2. Usability-Test: Routenplanung

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der standardisierten Tests geräteübergreifend, anschließend die Protokolle des lauten Denkens gerätespezifisch für den Anwendungsfall Routenplanung ausgewertet.

5.2.1. Standardisierte Tests

Abbildung 7 zeigt zum einen die Mittelwerte der Ergebnisse des ISONORM 9241/10, zum anderen die in Kapitel 4.3.4.2 beschriebenen Normwerte des Tests. Ein höherer Wert im Diagramm steht für eine bessere Erfüllung der Gütekriterien der DIN EN ISO 9241-110. Jedes Gerät wurde, wie bereits in Abschnitt 4.3.3 beschrieben, von drei Probanden ($n = 3$) getestet. Da im Diagramm die Mittelwerte der jeweils drei Bewertungen dargestellt sind, gelten die folgenden Aussagen ausschließlich im Mittel.

Wie zu sehen ist, ergeben sich für die Subskalen Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit sowie Steuerbarkeit leichte Vorteile für das Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator (Tablet). Das Raymarine eS75 (Raymarine) und das Garmin GPSmap 721 (Garmin) unterscheiden sich auf den drei Subskalen hingegen kaum voneinander. Es fällt außerdem auf, dass das Tablet für Aufgabenangemessenheit und Steuerbarkeit einen leicht erhöhten Wert im Gegensatz zur Normierung erreicht. Bei der Erwartungskonformität schneidet das Raymarine im Vergleich zu den beiden anderen Geräten im Mittel am besten ab, wobei die Unterscheide marginal sind und alle drei Geräte unterhalb des Normwertes liegen. Ähnliches gilt für die Fehlertoleranz, mit dem Unterschied, dass hier das Garmin am besten abschneidet. Die Differenz zum Normwert ist außerdem größer. Als am individualisierbarsten wird das Raymarine bewertet. Es erreicht als einziges Gerät für diese Subskala einen im Vergleich zur Normierung leicht erhöhten Wert. Garmin und Tablet unterscheiden sich hier kaum voneinander. Der größte mittlere Unterschied zwischen den drei Geräten ist bei der Lernförderlichkeit zu finden. Hier liegt das Tablet weit vor den etwa gleich bewerteten Raymarine und Garmin. Der vom Tablet erreichte Wert liegt außerdem als einziger deutlich über der Norm.

Zusammengefasst wurde die Usability des Tablets in der Routenplanung im Vergleich zum Raymarine und Garmin von den Probanden im Mittel am besten bewertet. Sie gaben an, dass das Tablet die Aufgabe der Routenplanung am effektivsten unterstütze, wobei

gleichzeitig die Richtung und Geschwindigkeit der Aufgabenbearbeitung durch den Nutzer gut zu beeinflussen sei. Außerdem unterstütze das Tablet den Nutzer beim Erlernen des Systems. Obwohl das Raymarine und das Garmin wenig unterschiedliche Ergebnisse im Test aufweisen, scheint das Raymarine im Mittel doch leicht besser bewertet worden zu sein. Dies liegt vor allem daran, dass das Gerät als am anpassbarsten an die persönlichen Präferenzen bei der Aufgabenbearbeitung bewertet wurde.

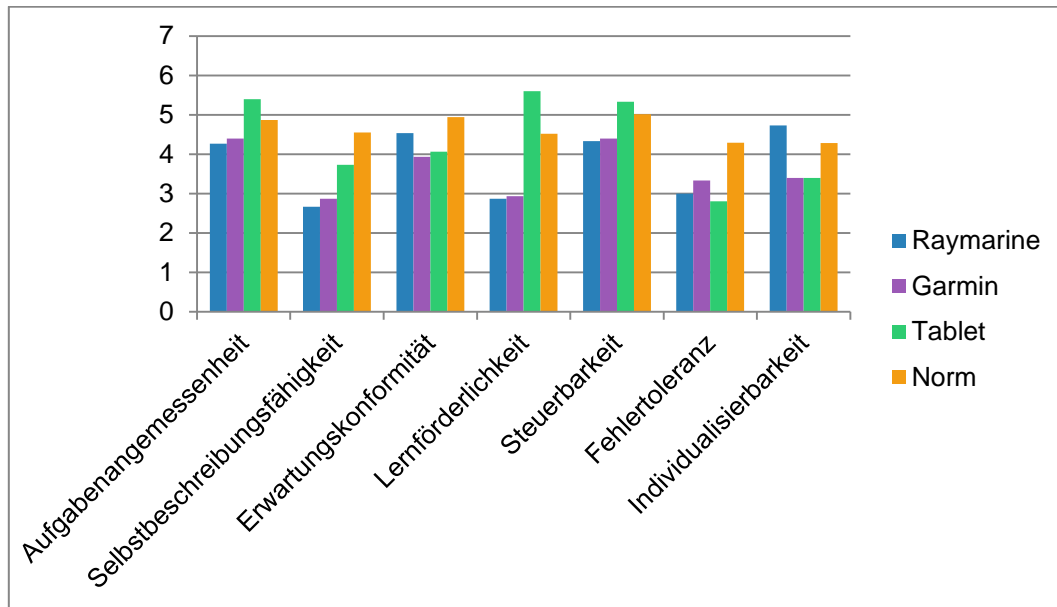


Abbildung 7: ISONORM 9241/10 – Mittelwerte aller Geräte Routenplanung

Abbildung 8 zeigt die Mittelwerte der Ergebnisse des AttrakDiff 2. Der Test sollte für jedes Gerät ebenfalls von jeweils drei Probanden ausgefüllt werden. Leider musste ein Tester des Tablets nachträglich ausgeschlossen werden, da er die zweite Seite des AttrakDiff 2 übersah und nicht ausfüllte (daher hier $n = 2$). Dem Tablet wurde die höchste pragmatische Qualität zugeschrieben. Dahingegen wurde das Garmin am schlechtesten bewertet. Für die Subskala hedonische Qualität: Identität wurde allen Geräten eine fast neutrale Bewertung gegeben. Das Garmin erhielt für die hedonische Qualität: Stimulation die beste Bewertung, wobei es außerdem das einzige Gerät mit einem positiven Ausschlag auf dieser Subskala ist. Die Bewertung der Attraktivität fällt lediglich beim Tablet positiv aus. Das Raymarine und Garmin werden wiederum als fast neutral bewertet.

Die Ergebnisse der pragmatischen Qualität des AttrakDiff 2 entsprechen ungefähr den zuvor vorgestellten des ISONORM 9241/10. Keines der Geräte scheint das Bedürfnis nach Identifikation mit dem Gerät zu befriedigen. Etwas überraschend wurde das Garmin als das Gerät bewertet, dass das Bedürfnis die eigenen Fähigkeiten zu verbessern am besten erfüllt. Dies scheint auf den ersten Blick im Widerspruch zu den Ergebnissen der Subskala Lernförderlichkeit des ISONORM 9241/10 zu stehen, lässt sich aber erklären, wenn man sich die Bedeutung der beiden Skalen nochmals klar macht: Lernförderlichkeit bedeutet, dass das

Gerät den Nutzer dabei unterstützt und anleitet die vorhandenen Funktionen zu erlernen. Im Gegensatz dazu steht die hedonische Qualität: Stimulation für die Befriedigung des Bedürfnisses, die eigenen Fähigkeiten zu verbessern. Eine mögliche Erklärung für die Ergebnisse wäre demnach, dass das Tablet den Nutzer zwar beim Erlernen der Funktionen besser unterstützt, das Garmin durch die größere Bandbreite an angebotenen Funktionen allerdings das Bedürfnis die eigenen Fähigkeiten zu verbessern eher anspricht und letztlich auch befriedigt. Die Bewertung der Attraktivität zeigt dennoch, dass das Tablet die Anforderungen der Aufgabe Routenplanung insgesamt am zufriedenstellendsten zu erfüllen scheint.

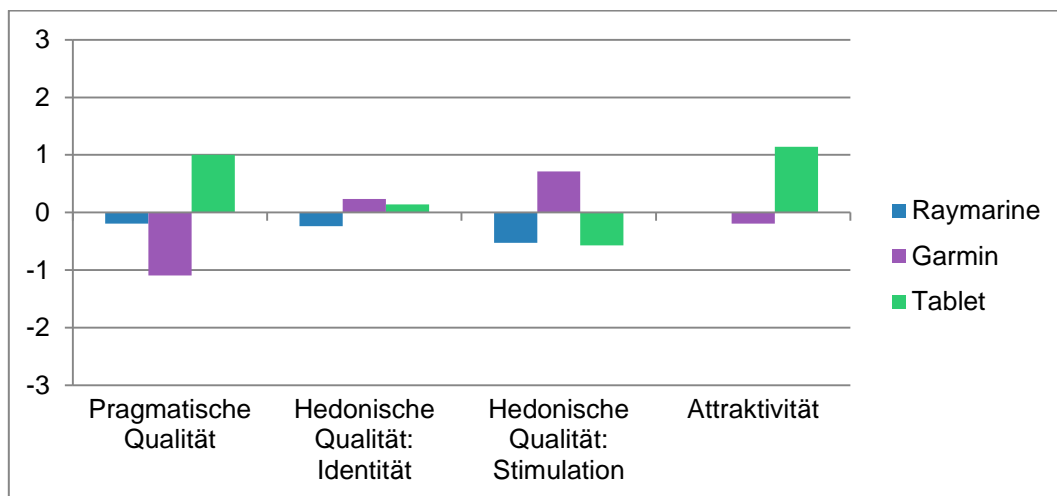


Abbildung 8: AttrakDiff 2 – Mittelwerte aller Geräte Routenplanung

5.2.2. Protokolle des lauten Denkens

Es folgt die gerätespezifische Darstellung der Ergebnisse der Protokolle des lauten Denkens. Die Usability-Probleme werden dazu im Anhang 20 - Anhang 22 in einer 7x10-Matrix, entsprechend ihrer Zuordnung zu einem Softwarebereich sowie einem ISO 9241-110 Kriterium, dargestellt. Die Schweregrade der Usability-Probleme werden außerdem mit Hilfe einer Farbcodierung angezeigt (rot entspricht Grad 3, orange Grad 2, blau Grad 1). Zusätzlich werden die in der Tabelle knapp beschriebenen Probleme stichpunktartig, strukturiert anhand ihrer Schweregrade, im folgenden Text erläutert. Dabei wird teilweise ausführlicher auf die aufgetretenen Probleme eingegangen. Es folgt die Darstellung der positiven Äußerungen der Probanden, bevor sämtliche Ergebnisse nochmals knapp zusammengefasst werden.

5.2.2.1. Raymarine eS75

Anhang 20 zeigt sämtliche Usability-Probleme, die von den Probanden VP3, 5 und 8 während der Routenplanung mit dem Raymarine genannt wurden. Es folgt die stichpunktartige Darstellung.

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **Autorouting setzt unerwünschte Zwischenpunkte:** VP8 schaltete Funktion im Anschluss aus.
- **Verschiebung gesetzter Wegpunkte (WP) auf Karte nicht möglich:** Die Probanden gaben an, dass Funktion zwar in der Sprechblase, welche bei Anwählen eines WP erscheine, angeboten würde, sie könne jedoch nicht ausgelöst werden.
- **Touchscreen Interaktion während Routenplanung setzt häufig ungewünscht WP:** VP5 und 8 gaben an, dass neue Wegpunkte bereits nach einem kurzen Tap auf die Karte gesetzt würden, was häufig auch beim Zoomen oder Swipen der Karte passiere.
- **Menü blockiert Zoom mit Unicontrolbutton auf Karte:** Die Probanden gaben an, dass die Doppelbelegung des Unicontrolbuttons zum Zoomen der Navigationskarte und zum Navigieren innerhalb der Menüstruktur zu Komplikationen führe. Wollte bspw. beim Setzen eines WP gezoomt werden, nachdem das Menü geöffnet worden sei (siehe Abbildung 9, 1), sei dies ungewohnter Weise nur noch über den Touchscreen möglich, was meist mit mindestens einem Fehlversuch einherginge.

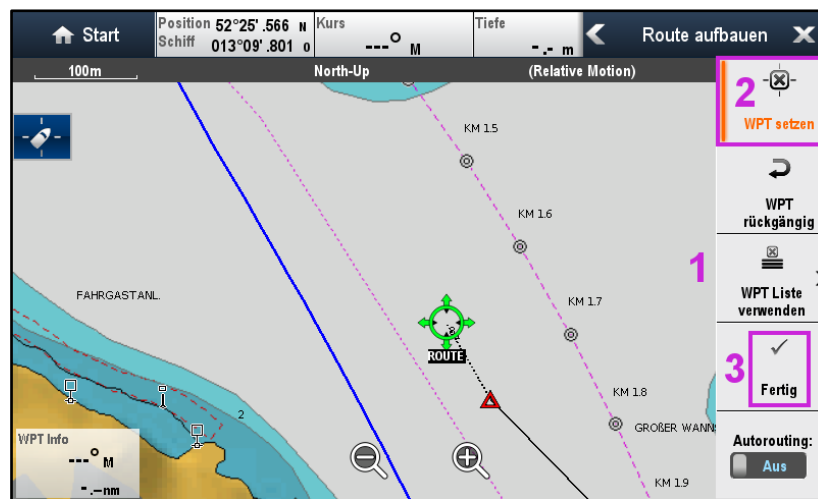


Abbildung 9: Raymarine Navigationskarte und WP-Menü

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Suchfeldfunktion findet Zielhafen nicht** (VP8)
- **Hovereffekt im Menü zu unauffällig:** VP8 gab an, dass ihm der Hovereffekt, der bei der Navigation durch die Menüs des Gerätes mit Hilfe des Unicontrolbuttons genutzt wird (siehe Abbildung 9, 2), zu unauffällig sei. Dies habe zur Folge, dass er nicht auf den ersten Blick erkennen könne, welcher Eintrag im Menü gerade angewählt sei.
- **Funktion zum Aufbau einer Route versteckt platziert:** Funktion befindet sich am unteren Ende eines Menüs und wird daher erst nach einigem Suchen gefunden.

- **Zoomstufen blenden Landmarken aus:** Resultiert aus der Verwendung von Vektorkarten: Die VP3 und 5 stellten während der Routenplanung fest, dass nicht alle Landmarken auf jeder wählbaren Zoomstufe angezeigt würden. Dadurch entwickelte sich eine generelle Unsicherheit, was zur Folge hatte, dass die VPn stets mehrere Zoomstufen überprüften, bevor sie einen WP setzten.
- **Speicherfunktion einer Route nicht eindeutig benannt:** Um eine Route zu speichern, muss zunächst im Menü „Fertig“ (siehe Abbildung 9, 3) angewählt werden. Anschließend erscheint ein Dialog, der mit „Beenden“ geschlossen wird. VP3 und 8 gaben an, ein klares Feedback oder eine „Speichern“ Option zu vermissen, da sie sich so nicht sicher seien, ob die Route nach Abschluss tatsächlich gespeichert worden sei.
- **Fahrrinntiefe kann nicht auf Karte angezeigt werden:** Um die entsprechende Angabe zu finden, müsse laut VP3 stets der Umweg über die Anzeige der Detailinformationen einer Fahrrinntonne in Kauf genommen werden.
- **Kartenlegende fehlt – Symbole nicht verständlich (VP8)**

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Funktion zum Fokus auf letzten WP fehlt:** VP5 wünschte sich eine Funktion, die die Karte durch einen Tap wieder auf dem zuletzt gesetzten WP zentriert.
- **Fangfunktion für Landmarken fehlt:** VP5 wünschte sich, dass bei einem Tap in die Nähe einer Landmarke (bspw. Tonne), diese automatisch angewählt würde, um das präzise Setzen von WP zu erleichtern.
- **Groß- und Kleinschreibung in Routenbenennung nicht gefunden** (siehe Abbildung 10) (VP5)
- **Löschung eines WP nicht umkehrbar:** VP5 wünschte sich eine einfache Rückgängig-Funktion zum Wiederholen gelöschter WP.
- **Touchscreen zu ungenau (VP5)**
- **Maximale Zoomstufe zu hoch:** VP5 empfand die höchstmögliche Zoomstufe als zu hoch und verwirrend.
- **Symbolik des letzten WPs unterscheidet sich nicht:** VP3 gab an, sie wünsche sich eine optische Unterscheidung zwischen dem letzten und den vorherigen WPn einer Route (siehe Abbildung 11).
- **Funktion zum Verbergen angezeigter Tracks nicht eindeutig benannt (VP3)**
- **Scrollbar in Popup keine Funktion außer visuelles Feedback:** VP3 gab an, dass sie erwarten würde, dass eine angezeigte Scrollbar über den Touchscreen zum Scrollen genutzt werden könne.



Abbildung 10: Raymarine Routenbenennung

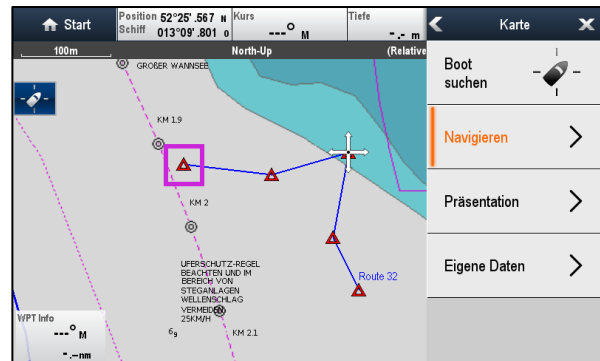


Abbildung 11: Raymarine letzter WP einer Route

Positives Feedback

- **Unicontrolbutton gut für das Setzen von WP geeignet** (VP5 und 8)
- **„Gut funktionierende Autorouting Funktion“** (VP3)
- **Vektorkarte:** VP3 gab an, dass die Interaktivität der Karte dazu führe, dass Zusatzinformationen gut angezeigt werden können.
- **„Einfach zu erlernen“** (VP3)
- **„Einfache Möglichkeit WPe zu löschen“** (VP5 und 8)
- **Suchfeld:** VP5 gab an, dass das Feld den Zielhafen auf Anhieb fand.
- **„Voraussichtliche“ Kurslinie:** VP5 gefiel die Übersichtlichkeit der Linie, die zwischen aktueller Position des Fadenkreuzes und dem letzten WP angezeigt werde.
- **2-Finger-Zoom sehr intuitiv** (VP8)

Zusammenfassung

Die größten Usability-Probleme des Raymarine in der Routenplanung liegen in der Steuerung des Gerätes. Sowohl das Zusammenspiel der beiden Bedienelemente (Unicontrolbutton und Touchscreen) als auch häufig vorkommende Interaktionen mit dem Touchscreen sollten nochmals überdacht und ggf. überarbeitet werden. Die Autorouting Funktion scheint für manche Nutzer ausreichend gut zu funktionieren, für andere wiederum kaum befriedigend. Abgesehen davon, handelt es sich bei den meisten Usability-Problemen um kleinere Anpassungen der Nutzeroberfläche. Es sind außerdem einige zusätzliche Funktionen denkbar, die bei vorgenommener Implementierung die Usability des Gerätes steigern sollten.

5.2.2.2. *Garmin GPSmap 721*

Die Usability-Probleme, die VP2, 7 und 9 während der Routenplanung mit dem Garmin nannten, sind in Anhang 21 dargestellt und werden außerdem im Folgenden erläutert.

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **Routenübersicht zeigt keine Fahrtdauer oder kalkulierte Abfahrtszeiten:** VP2 gab an, dass eine Integration der geplanten Abfahrtszeit sowie kalkulierter Ankunftszeiten in der abschließenden Routenübersicht fehle (siehe Abbildung 13, 1).
- **„Nav. Inform.“ soll statt Karte zur Routenerstellung genutzt werden:** VP2 und 7 gaben an, dass der Menüpunkt Nav. Inform., der zur Erstellung von Routen verwendet werden soll, nicht eindeutig benannt sei. Die Unterscheidung zwischen Nav. Inform., also u.a. einer Karte zum Erstellen von Routen, und Karten, also einer Karte zum Setzen von WP und Anzeigen von Routen, sei außerdem unnötig kompliziert (siehe Abbildung 12). Die VPn waren während der Aufgabe zunächst auf den Karten-Bildschirm gewechselt, hatten hier alle erforderlichen WP gesetzt und fanden im Anschluss nicht die Möglichkeit eine Route bestehend aus den gerade gesetzten WP zu erstellen. Wie bereits in Kapitel 5.1 geschildert, ist der Tap-Weg zwischen den beiden relevanten Bildschirmen sehr weit und führt über mehrere Menüebenen.



Abbildung 12: Garmin Unterscheidung Karten und Nav. Inform.

- **Erstellen einer Route nicht auf Navigationskarte möglich:** VP9 gab an, dass ihn die starr vorgegebenen Bearbeitungsschritte zur Erstellung einer Route stören. Er wünschte sich die Möglichkeit, eine Route direkt auf der Karte (statt in Nav. Inform.) zu erstellen.
- **Einfügen eines WPs in eine bestehende Route sehr umständlich:** VP2, 7 und 9 gaben an, dass auch hierfür von Karten zu Nav. Inform. gewechselt werden müsse.
- **Menüstruktur generell undurchsichtig:** VP2 gab an, dass sie sich „in der undurchsichtigen Menüstruktur leicht verliere und sich deshalb viel merken müsse“.
- **Verschiebung eines neuen WP verschiebt häufig Karte:** Das Problem hängt vermutlich damit zusammen, dass die WP beim Garmin nicht, wie durch VP2

erwartet, durch das Markieren und anschließende Verschieben über Swipe verschoben werden. Stattdessen kann an einen beliebigen Punkt der Karte getappt werden um den WP sprunghaft hierher zu versetzen.

- **Touchscreen Interaktion setzt häufig ungewünschten vorläufigen WP:** VP9 gab an, dass sowohl Zoom als auch Swipe Interaktionen mit der Karte häufig zum Setzen eines vorläufigen WPs führen würde.
- **WP-Menü nur durch Swipe schließbar:** Das Optionsmenü, das angezeigt wird, wenn ein vorläufiger WP gesetzt wurde, lasse sich laut VP2 und 9 nicht, durch einen Tap auf einen beliebigen Punkt der sichtbaren Karte schließen. Stattdessen müsse über die Karte gewisept werden (siehe Abbildung 14, 1).



Abbildung 13: Garmin Routenübersicht



Abbildung 14: Garmin WP-Menü

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Fangfunktion für Landmarken:** VP2 gab an, dass sie die Fangfunktion störe, die zur Auswahl von Landmarken bei Tap in deren Nähe führe.
- **Routenlinien schwer erkennbar (VP2)**
- **Suchfeldfunktion schwer zu finden (VP7)**
- **Löschung eines WPs sehr umständlich:** VP2 und 9 gaben an, dass auch hier über mehrere Menüebenen navigiert werden muss, bevor die Funktion ausgelöst werden kann.
- **Touchscreen zu klein um effizient zu Zoomen/Swipen:** VP9 gab an, er wünsche sich, dass der Touchscreen empfindlicher auf die Gesten Zoom und Swipe reagieren würde.
- **Zoomstufen blenden Landmarken aus:** Resultiert aus der Verwendung von Vektorkarten: Die VP7 und 9 stellten während der Routenplanung fest, dass nicht alle Landmarken auf jeder wählbaren Zoomstufe angezeigt würden. Dadurch entwickelte sich eine generelle Unsicherheit, was zur Folge hatte, dass die VPn stets mehrere Zoomstufen überprüfte, bevor sie einen WP setzten.

- **Routenerstellungsoptionen nicht eindeutig benannt:** VP2 und 7 gaben an, dass die Routenerstellungsoptionen (Auswahl aus „führen nach“, „gehe zu“, „Route Nav (Wegpunkte)“) nicht selbsterklärend bezeichnet seien.
- **Funktionen und Menüeinträge nicht eindeutig benannt:** Sowohl VP2 als auch VP9 fand, dass viele Funktionen und Menüeinträge nicht aussagekräftig bezeichnet seien. Daher müsse sich der Nutzer unnötig viel merken um gezielt durch das Menü zu navigieren.
- **Speicherfunktion einer Route nicht eindeutig benannt:** VP2, 7 und 9 gaben an, dass das Speichern einer Route nur über einen „Zurück“-Button möglich sei. Dabei sei nicht klar, ob die Route tatsächlich gespeichert würde.
- **WP-Menü zu groß:** VP2 und 9 empfanden das WP-Optionsmenü, welches den halben Touchscreen belegt, als zu groß (siehe Abbildung 14, 2).
- **Display passt Helligkeit grundlos an (VP2)**
- **Betonungsrichtung in Karte nicht eingetragen:** VP2 gab an, dass auch bedingt durch die verschiedenen Zoomstufen in denen teilweise Landmarken ausgeblendet werden, ein Richtungswechsel der Betonung unbedingt angezeigt werden müsse.

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Nach Speichern Route nicht auf Karte sichtbar:** Nach dem Speichern einer Route (siehe Abbildung 13, 2) hätte sich VP9 einen Übersichtsbildschirm gewünscht, der sowohl die Länge der geplanten Route anzeigt, als auch die Route übersichtlich auf einer Navigationskarte anzeigt.
- **Suchfeldfunktion: Zulässige Zeichenanzahl begrenzt (VP7)**
- **Benennung einer Route umständlich erreichbar (VP2)**
- **Benennung eines WP schwer zu finden (VP7)**
- **Kamerasymbol für Aussichtspunkt irreführend:** VP2 erwartete auf Grund des Symboles eine Möglichkeit Fotos der Position zu sehen.
- **Symbolik des ersten WP nicht eindeutig:** VP2 empfand die Zielflagge irreführend, die bereits beim ersten gesetzten WP einer Route als Symbol angezeigt wird.
- **Blaue Einfärbung der Menüpunkte „Einstell.“ & „Nav. Inform.“ erschien nicht sinnvoll (VP2)**
- **Im Gegensatz zu den Systemeinstellungen inkonsistente Sprache für Landmarken (bspw. dänisch, in dänischen Gewässern) (VP7)**
- **Informationsdarstellung auf Karte generell zu überladen (VP2)**
- **Kartenlegende nicht gefunden – Symbole nicht verständlich (VP2)**
- **Hafennamen werden nicht direkt auf Karte angezeigt (VP2 und 9)**

Positives Feedback

- **Vektorkarte:** VP2 gab an, dass die Interaktivität der Karte dazu führe, dass Zusatzinformationen gut angezeigt werden können.
- **„Zuverlässig funktionierende Autorouting Funktion“** (VP7)
- **Routenlinien gut zu erkennen** (VP9)
- **Fangfunktion bei Tap in die Nähe einer Landmarke** (VP9)
- **Schnelle und einfache Möglichkeit einen WP anzulegen** (VP9)
- **Möglichkeit WP sehr genau zu positionieren:** VP9 gab an, dass es durch die Möglichkeit einen WP über einen einfach Tap statt einem Swipe zu versetzen einfach möglich sei, diese sehr genau zu positionieren.
- **„Gute Übersicht über verschiedene Wassertiefen“** (VP9)

Zusammenfassung

Das wohl größte Usability-Problem des Garmin in der Routenplanung ist die Menüstruktur. Funktionen, die inhaltlich klar zusammen gehören sind in unterschiedlichen Menüs zu finden, was für den Nutzer schwer zu verstehen und umständlich zu bedienen ist. Außerdem kommt hinzu, dass viele Funktionen und Menüeinträge nicht aussagekräftig bezeichnet sind. Einige Interaktionen folgen zusätzlich nicht den für Touchscreens gängigen Konventionen. Auch wenn manche Nutzer den Vorteil dieser Veränderungen erkennen (bspw. VP9 zu der Möglichkeit WP sehr genau zu positionieren) führen sie doch insgesamt eher zu negativem Feedback. Es scheint außerdem Nutzer zu geben, die die Fangfunktion als hilfreich, während Andere sie als störend empfinden. Abgesehen davon handelt es sich bei den meisten Usability-Problemen wiederum um kleinere Anpassungen der Nutzeroberfläche.

5.2.2.3. *Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator*

Es folgt die Darstellung sämtlicher Usability-Probleme, die von den Probanden VP1, 6 und 10 während der Routenplanung mit dem Tablet genannt wurden (siehe auch Anhang 22).

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **Kurszirkel Finger verdeckt Karte am interessanten Punkt:** VP6 fand, dass das Kurszirkel-Werkzeug (siehe Abbildung 15) nicht optimal genutzt werden könne, da bei der Bedienung der Finger, welcher den Endpunkt des Werkzeugs verschiebt, immer genau den interessanten Punkt der Karte, an dem das Werkzeug ausgerichtet werden soll, verdecke. Daher sei eine Ausrichtung eher nur grob möglich.
- **Koordinaten eines WPs nicht im Menü änderbar:** VP1 und 10 gaben an, dass ein gesetzter WP nicht über die Änderung seiner Koordinaten versetzt werden könne.
- **Touchscreen Interaktion setzt häufig ungewünschten WP:** VP 1 und 10 gaben an, dass sowohl Zoom als auch Swipe häufig zum versehentlichen Setzen

unerwünschter WPe führen würden. Dies kommt zustande, da beim Tablet ein einfacher Tap auf die Navigationskarte ausreicht, um einen WP zu setzen.

- **Verschieben eines WPs verschiebt häufig Karte:** Laut VP1 und 6 ist der Bereich indem ein WP als angewählt gilt zu klein, so dass der Versuch gesetzte WPe über Swipe zu verschieben häufig dazu führe, dass die Karte statt dem WP bewegt werde.
- **WPsymbol verdeckt Information auf Karte:** VP6 gab an, dass das Symbol eines WPs so groß gewählt sei, dass es darunter liegende Informationen überdecken könne (siehe Abbildung 16, 1).

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Feedback bei Startladezeit fehlt:** VP1 empfand die Anfangsladezeit der App als zu lang und wünschte sich einen „progress indicator“ der den Ladefortschritt anzeigt.
- **Erster WP einer neuen Route wird nicht auf aktuellen Aufenthaltsort gesetzt:** VP1 wünschte sich, dass der erste WP einer neu angelegten Route auf den momentanen Aufenthaltsort statt auf die Mitte des angezeigten Kartenausschnittes gesetzt würde.
- **Zoomed 15sec verzögert nach Start auf eigenen Standort:** Ebenfalls VP1 gab an, dass die App nach dem Start erst nach einer längeren Verzögerung den eigenen Standort fokussierte. Beginnt der Nutzer bereits vorher mit der Karte zu arbeiten (Zoom oder Swipe) verliert er seinen Fortschritt und muss von der eigenen Position aus erneut beginnen.
- **Funktionen „WP löschen“ und „WP einfügen“ zu dicht beieinander** (VP1 und 6)
- **Funktionen „WP löschen“ und „WP auswählen“ zu dicht beieinander** (VP10)
- **Einfügen eines WPs in bestehende Route zunächst nicht gefunden:** VP10 fand erst nach längerem Suchen die Möglichkeit, nachträglich WP in eine bestehende Route einzufügen. Hierzu muss auf die Linie zwischen zwei WPen getappt werden, die mit keinerlei hinweisender Symbolik ausgestattet ist (siehe Abbildung 16, 2).
- **Symbol zum Bearbeiten eines WPs zu klein** (VP1 und 10)
- **Symbole/Icons teilweise nicht aussagekräftig ausgewählt** (VP1)
- **Sidemenu kann nicht mit Swipe geöffnet werden:** VP1 und 6 gaben an, dass das Symbol des Sidemenus, auf Grund gängiger Konventionen anderer Geräte mit Touchscreen, suggerieren würde, dass man es mit Swipe öffnen könne.
- **Button zur Routenerstellung zu klein, schwer zu finden, nicht intuitiv** (VP1, 6 und 10)

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Anlegen einer neuen Route lässt die Alte von der Karte verschwinden** (VP1)

5. Auswertung

- **Anwählen eines WPs in WPliste setzt WP in Bildschirm- nicht Kartenmitte:** VP10 gab an, dass nach dem Anwählen eines WPs über das Sidemenu, der WP nicht in der Mitte des angezeigten Kartenausschnittes, sondern in der Mitte des gesamten Bildschirms und damit fast unterhalb des Sidemenus angezeigt wird (siehe Abbildung 17).
- **Geschwindigkeit kann nur für gesamten Schlag, nicht für einzelne Teilstrecken festgelegt werden (VP6)**
- **Rückgängig Funktion fehlt (VP6)**
- **Routenplanung: Kompass im Landscapemodus unnötig:** Kompass wird für die Routenplanung nicht benötigt, weshalb sich VP1 eine Möglichkeit wünschte diesen auszublenden.
- **WP Löschung ohne zusätzliche Bestätigung:** Zusammenhängend damit, dass die Funktion „WP löschen“ dicht an anderen Funktionen positioniert ist, wünschte sich VP10 „einen Bestätigungsdialog nach dem Löschen“.
- **Keine Zusatzinformationen auf Rasterkarten:** VP1 gab an, dass es auf Grund der Verwendung von Rasterkarten schlecht aufgelöste Zoomstufen gebe und außerdem keinerlei Zusatzinformationen auf der Navigationskarte angeboten würde.



Abbildung 15: Tablet Kurszirkelwerkzeug

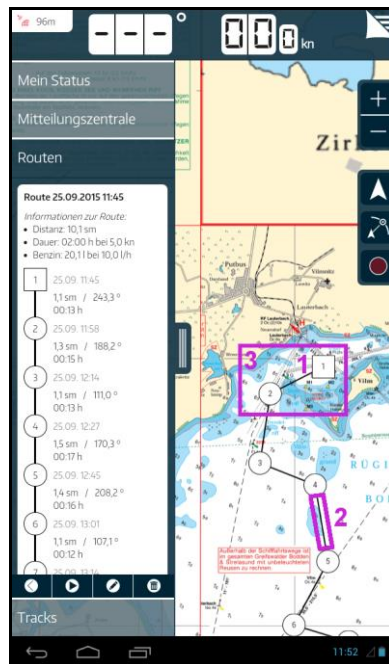


Abbildung 16: Tablet WP Darstellung und Einfügen

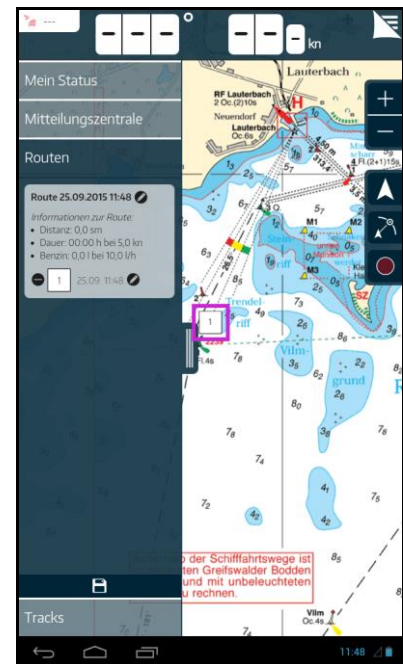


Abbildung 17: Tablet Erster WP einer Route

Positives Feedback

- **Einfache Möglichkeit WP mit Hilfe der WPliste zu löschen (VP1)**
- **Gute optische Unterscheidung zwischen Start-, Zwischen- und Zielwegpunkten (siehe Abbildung 16, 3) (VP6)**

- **Möglichkeit eine voraussichtliche Abfahrtszeit festzulegen:** VP10 lobte, dass auf Grundlage der Abfahrtszeit mit Hilfe der angegebenen Durchschnittsgeschwindigkeit außerdem direkt die voraussichtliche Ankunftszeit für alle WPe berechnet wird.
- **Möglichkeit einen WP in eine vorhandene Route einzufügen war (wenn sie dann gefunden war) „sehr einfach nutzbar“** (VP10)
- **Kombination aus WPliste und Navigationskarte:** VP10 gab an, durch die beiden Elemente einen guten Überblick über die Route zu erhalten.
- **Einfache Möglichkeit mit Hilfe der WPliste direkt zu WPn zu springen** (VP10)
- **Hilfe-Funktion** (VP10)

Zusammenfassung

Insgesamt ist das wohl größte Usability-Problem des Tablets die Platzierung und Gestaltung der angebotenen Funktionen. Es fiel den Probanden teilweise sichtbar schwer die gerade gewünschte Funktion auszulösen. Oftmals gelang dies nur nach mehrmaligem Probieren. Teilweise wurden Funktionen auch erst nach erheblichem Suchaufwand gefunden. Die Tatsache, dass bei der Interaktion mit der Navigationskarte häufig ungewünschte WP erstellt werden sollte ebenfalls dringend behoben werden. Abgesehen davon bietet das Tablet einige einzigartige Funktionen (wie bspw. den Kurszirkel und die übersichtliche Anzeige von WPliste und Navigationskarte), deren Usability durch kleinere Anpassungen der Nutzeroberfläche noch deutlich verbessert werden könnte.

5.3. Usability-Test: Navigation

Es folgt die Darstellung der Ergebnisse des Usability-Tests für den Anwendungsfall Navigation. Dabei werden wie zuvor zunächst die Ergebnisse der standardisierten Tests geräteübergreifend dargestellt. Im Anschluss folgen die Erkenntnisse der Protokolle des lauten Denkens.

5.3.1. Standardisierte Tests

In Abbildung 18 sind die Mittelwerte der Ergebnisse des ISONORM 9241/10 die Navigationsaufgabe betreffend dargestellt. Jedes Gerät wurde wiederum von jeweils drei Probanden ($n = 3$) getestet und bewertet.

Für die Subskala Aufgabenangemessenheit erhält das Garmin die schlechtesten Bewertungen, während Raymarine und Tablet gleich auf und in der Norm liegen. Alle drei Geräte erhalten Selbstbeschreibungsfähigkeits-Bewertungen die unterhalb der Norm liegen, wobei abermals das Garmin am schlechtesten abschneidet. Die Erwartungskonformität aller Geräte wurde in etwa ähnlich, leicht unterhalb der Norm bewertet. Das Tablet wurde als am lernförderlichsten bewertet. Die Bewertungen des Geräts liegen dabei deutlich über dem Normwert. Raymarine und Garmin hingegen wurden schlechter bewertet und liegen beide

unterhalb des Normwertes. Auch hier wurde das Raymarine allerdings im Vergleich etwas besser bewertet. Die Steuerbarkeit des Raymarine und Garmin wurde als etwa gleich und leicht oberhalb der Norm bewertet. Das Tablet hingegen liegt knapp unterhalb der Norm. Für Fehlertoleranz und Individualisierbarkeit ergeben sich ähnlich gute Werte für Raymarine und Garmin, wobei das Raymarine im Vergleich etwas besser bewertet wurde. Beide Geräte liegen für diese Subskalen jeweils (leicht) über dem Normwert. Das Tablet hingegen wurde weder als fehlertolerant noch als individualisierbar bewertet und liegt dementsprechend unterhalb der Norm.

Insgesamt ergeben die Ergebnisse des ISONORM 9241/10 für den Anwendungsfall Navigation kein so eindeutiges Bild, wie zuvor für die Routenplanung. Zwar wurde das Tablet wiederum mit Abstand als am lernförderlichsten bewertet, dafür gaben die Probanden an, dass es sich im Vergleich zu den anderen Geräten am schlechtesten an die individuellen Fähigkeiten anpassen ließe und die Korrektur von Fehler doch erheblichen Aufwand benötige. Abgesehen davon wurden die Geräte auf den anderen Dimensionen etwa gleich bewertet, wobei sich leichte Nachteile für das Garmin ergaben. Dementsprechend fällt es schwer auf Grundlage des ISONORM 9241/10 zu bestimmen, welches Gerät am gebrauchstauglichsten in der Navigation genutzt werden konnte.

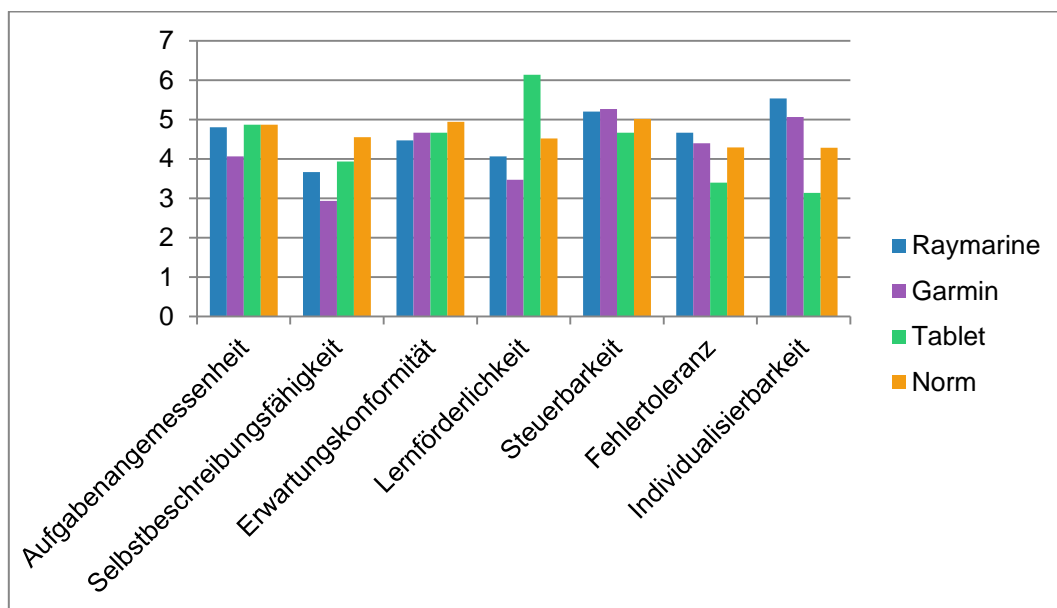


Abbildung 18: ISONORM 9241/10 – Mittelwerte aller Geräte Navigation

Die Ergebnisse des AttraktDiff 2 sind in Abbildung 19 dargestellt (n = 3). Das Tablet erreicht die beste Bewertung der Subskala pragmatische Qualität. Mit einigem Abstand dahinter folgen Garmin und schlussendlich Raymarine, dass als neutral bewertet wurde. Für die hedonische Qualität: Identität ergibt sich für die Reihenfolge das gleiche Bild (Tablet vor Garmin vor Raymarine), wobei die Abstände etwas kleiner sind und Raymarine und Garmin Richtung neutral tendieren. Auf der Subskala hedonische Qualität: Stimulation wurde das

Garmin, vor einem neutralen Tablet und einem eher negativen Raymarine, am besten bewertet. Garmin und Tablet wurden außerdem als etwa ähnlich attraktiv bewertet, während das Raymarine wiederum neutral bewertet wurde.

Im Gegensatz zum ISONORM 9241/10 zeigen die Ergebnisse des AttrakDiff 2 ein klareres Bild. Überraschend ist vor allem der große Abstand mit dem das Tablet auf der Subskala pragmatische Qualität den ersten Platz erreicht. Die Probanden geben außerdem an, dass sie sich mit dem Tablet am besten identifizieren können. Das Bedürfnis die eigenen Fähigkeiten zu verbessern wird vom Garmin wiederum am ehesten befriedigt. Im übergreifenden Attraktivitätsurteil des AttrakDiff 2, welches wie bereits beschrieben sowohl pragmatische als auch hedonische Qualitäten berücksichtigt, wird das Garmin kurz vor dem Tablet am besten bewertet. Der weite Abstand zum Raymarine scheint vor dem Hintergrund der knappen Bewertungen im ISONORM 9241/10 unerwartet. Er könnte jedoch in der negativ bewerteten Befriedigung des Bedürfnisses die eigenen Fähigkeiten zu verbessern begründet sein.

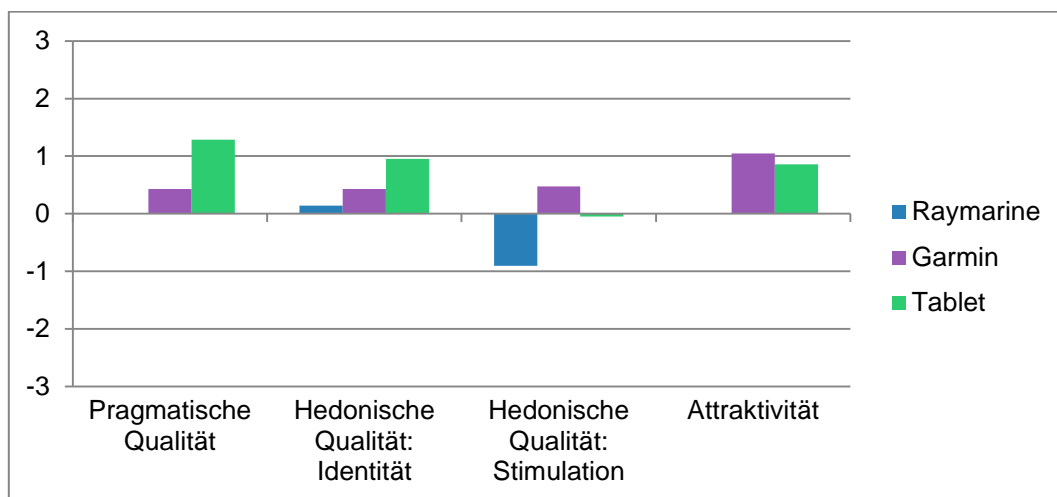


Abbildung 19: AttrakDiff 2 – Mittelwerte aller Geräte Navigation

Zusammengefasst zeichnen die beiden standardisierten Tests im Anwendungsfall Navigation kein deutliches Bild. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Probanden wie bereits geschildert im Anschluss an die Navigationsaufgabe die Tests bereits zum zweiten Mal innerhalb von 24 Stunden ausfüllten. Es könnte sein, dass es einigen Teilnehmern nicht gelungen ist, den zweiten Anwendungsfall losgelöst vom Ersten zu bewerten.

5.3.2. Protokolle des lauten Denkens

Äquivalent zur Auswertung der Protokolle des lauten Denkens der Routenplanung, gliedert sich auch dieser Abschnitt in drei gerätespezifische Teile. In jedem Abschnitt werden wiederum alle genannten Probleme sowie das positive Feedback Stichpunktartig dargestellt. Die Abschnitte enden mit einer knappen Zusammenfassung der Stärken und Schwächen des jeweiligen Gerätes im Anwendungsfall Navigation.

5.3.2.1. Raymarine eS75

Anhang 23 zeigt die von VP3, 5 und 8 während der Navigation genannten Usability-Probleme in der gewohnten Form. Es folgt die stichpunktartige Darstellung.

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **GPS Genauigkeitsfeedback fehlt:** VP5 gab an eine Rückmeldung des Gerätes, bezüglich der momentanen Genauigkeit der Standortbestimmung über GPS, zu vermissen. Gerade in engen Fahrwassern sei es nötig genau zu wissen, wo man sich gerade befindet. Ohne eine aussagekräftige Rückmeldung sei es dem Navigator nicht möglich im Zweifelsfall die Entscheidung zu treffen auf traditionelle Art zu navigieren. Fehler, die auf Grund einer fehlerhaften Standortbestimmung des Gerätes, vom Steuermann übernommen würden, ließen sich so vermeiden.
- **Inkonsistente Bedienung Touchscreen und Unicontrolbutton:** Wie bereits die Routenplanung betreffend geschildert, blockiert zum einen jedes offene Menü die Interaktionsmöglichkeiten zwischen Unicontrolbutton und Navigationskarte. Zum anderen gab VP3 an, der Tapp mit dem Finger und der Klick mit dem Unicontrolbutton auf einen WP löse unterschiedliche Funktionen aus.

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Kurse zwischen zwei WP in Kartenansicht nicht gefunden:** VP8 gab an, dass die Funktion zum Ablesen des Kurses zwischen zwei WP zu versteckt positioniert sei. Um sich den Kurs anzeigen zu lassen, muss der Nutzer auf die Linie zwischen den WP tappen oder die Angaben im Menü heraussuchen. Die VP fand die erst genannte Möglichkeit nicht und musste daher länger nach den gewünschten Angaben im Menü suchen.
- **Bestätigen des WP-alarms überspringt WP:** VP3 gab an, die Bestätigung des WP-alarms, die auf Grund des unangenehmen akustischen Signales möglichst schnell vorgenommen wurde, zur Folge hatte, dass der WP vom Gerät als erreicht angenommen wurde. Dies war allerdings auf Grund der Zone um den WP, bei deren Befahren der Alarm ausgelöst wird, noch nicht ganz der Fall. Dennoch schaltete das Gerät um und gab ab sofort den Kurs zum nachfolgenden WP an. Der Proband gab an, dass gerade in engen Fahrwassern dieses Verhalten zu Problemen führen könne.
- **Distanz bis Ziel für Datenfelder nicht gefunden:** VP8 wünschte sich eine Möglichkeit die „Distanz bis zum Ziel“ als Inhalt für eines der Datenfelder auswählen zu können, fand diese Funktion allerdings nicht.
- **Routenneustart startet von WP1 statt aktuellem:** VP5 gab an, dass der Neustart einer Route dazu führt, dass die Route komplett von vorne gestartet wird. Hier hätte

sich der Proband gewünscht, dass das Gerät erkennt an welcher Stelle der Route er sich gerade befindet und dementsprechend von dort die Navigation wieder aufnimmt.

- **Funktionen auch ohne Geber immer auswählbar:** VP8 fand unangebracht, dass am Gerät alle potentiell möglichen Funktionen zur Auswahl standen. Er wünschte sich, dass die Funktionen, zu denen gar kein passender Geber angeschlossen war, ausgeblendet würden.
- **Feste Vektorlänge (KdW & KüG) und Kompass nicht gleichzeitig anzeigbar (VP5)**
- **WP gilt unter manchen Fahrbedingungen zu früh als erreicht (VP5)**
- **Funktionsauslösung ohne Feedback:** VP8 gab zu Protokoll, dass einige Funktionen nicht aussagekräftig bezeichnet seien. Er konnte beispielsweise nicht herausfinden, was „Neustart XTE“ bedeutet und die Funktion gab auch nach dem Auslösen keinerlei Feedback darüber was geschah.
- **Oberes Datenband Einstellungen schwer auffindbar:** VP5 gab an, dass die Einstellungsmöglichkeiten, zur individuellen Anpassung der angezeigten Informationen im oberen Datenband, sehr versteckt positioniert seien.
- **Zoomstufen blenden Landmarken aus:** Resultiert aus der Verwendung von Vektorkarten und wurde bereits ausreichend dargestellt. (VP3 und 8)
- **Wassertiefe auf Karte nicht immer sichtbar (Zoomstufe & Ausschnitt):** VP8 gab an, dass je nach eingestellter Zoomstufe und Kartenausschnitt die Wassertiefe des gerade befahrenen Tiefenbereiches nicht wie gewünscht direkt auf der Karte abzulesen war.
- **Funktionen nicht eindeutig benannt:** VP8 konnte beispielsweise nicht herausfinden, was „Neustart XTE“ bedeutet.
- **Abkürzungen in Detailanzeige der WP nicht aussagekräftig:** VP8 gab an, dass die Sprechblase, welche erscheint nachdem der Nutzer auf einen WP getappt hat, die Detailangaben zum WP unter Verwendung wenig aussagekräftiger Abkürzungen präsentiert.
- **Informationen in den Datenfelder in zu kleiner Schrift dargestellt (VP5 und 8)**
- **Detailanzeige der WP zu klein:** VP8 fand außerdem die verwendete Schriftgröße in der WP-Sprechblase zu klein.
- **Benutzerhandbuch teilweise nicht aussagekräftig:** VP3 empfand das Benutzerhandbuch „eher als eine Auflistung der vorhandenen Funktionen, als eine Erklärung“ dieser.
- **Fahrrinntiefe kann nicht direkt auf Karte angezeigt werden (VP3)**
- **Sperrgebietstonnen fehlen (VP8)**

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Aktueller Routenabschnitt schwarz statt gewählte Routenfarbe** (siehe Abbildung 20, 1) (VP5)
- **Uhrzeiten der Track-Aufzeichnung am Gerät nicht einsehbar:** VP8 wünschte sich, dass die Uhrzeit in die Track-Aufzeichnung integriert sei, um im Anschluss an den Schlag das Logbuch einfacher auf den aktuellen Stand bringen zu können.
- **ETA berechnet sich auf Grundlage von aktueller VMG:** VP8 empfand es als wenig hilfreich, dass die voraussichtliche Ankunftszeit (ETA) auf Grundlage der aktuell gutgemachten Strecke zum Zielpunkt (VMG), welche naturgemäß schwankend sei, berechnet werde. Er wünschte sich, dass die ETA auf Grundlage der Durchschnittsgeschwindigkeit des Schlags berechnet würde.
- **WP-Alarm unverhältnismäßig unangenehm** (VP3)
- **Schiffsymbol bei hohem Zoom unverhältnismäßig klein:** VP3 gab an, dass Symbol, welches das Schiff auf der Navigationskarte darstelle, sei bei hoher Zoomstufe im Vergleich zu den dargestellten Größenordnungen unverhältnismäßig klein.
- **Kamerasymbol führt erst über Umweg zu Fotos:** VP8 gab an, dass er erwarten würde bereits nach einem Tap auf das Kamerasymbol Fotos angezeigt zu bekommen. Stattdessen würde er durch ein Menü zu den Bildern geführt.
- **Inkonsistente Sprache (de/en)** (siehe bspw. Abbildung 20, 2.1 und 2.2) (VP8)
- **Inkonsistente Einheiten (<1sm = m, sonst sm):** VP5 gab an, dass die verwendeten Einheiten teilweise inkonsistent sind, so dass alle Distanzen über einer Seemeile in [sm], alle darunter in [m] angezeigt werden.
- **Informationsdarstellung auf Karte zu überladen und unstrukturiert** (VP8)

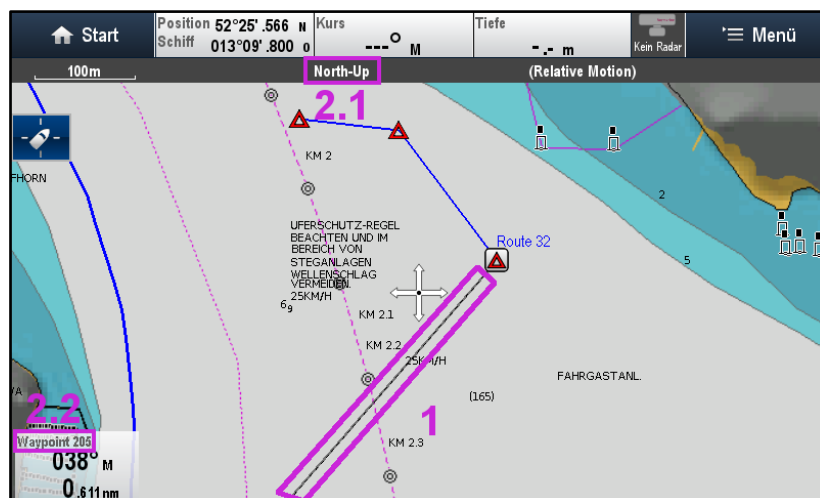


Abbildung 20: Raymarine Routenfarbe und Sprache

Positives Feedback

- **Mann-über-Bord Taste** (VP3)
- **Kursvektoren direkt am Schiffsymbol auf Karte anzeigbar** (VP3)
- **Unicontrolbutton besonders gut, da auch noch mit Segelhandschuhen bedienbar** (VP5 und 8)
- **Schnelle Möglichkeit Distanz und Kurs zu beliebigem Punkt anzuzeigen** (VP5)
- **Möglichkeit das Flachwasser an den individuellen Tiefgang des Schiffes anzupassen und die gute Erkennbarkeit von Flachwasserzonen auf der Navigationskarte** (VP8)
- **Einstellungsmöglichkeit der Datenfelder** (VP8)
- **Auf manchen Zoomstufen angezeigter Hinweis „See lower Zooms“ hilft zur Übersicht** (VP8)
- **Einfache Möglichkeit, dass eigene Schiff auf dem angezeigten Navigationskartenausschnitt zu zentrieren** (VP8)

Zusammenfassung

Abgesehen von dem inkonsistenten Zusammenspiel der beiden angebotenen Bedienelemente (vgl. Kapitel 5.2.2.1) ist das größte Usability-Problem, welches während der Navigation auffiel, die fehlende Rückmeldung über die momentane Genauigkeit des GPS-Signals. Außerdem scheinen einige Funktionen nicht aussagekräftig benannt, das Menü teilweise nicht übersichtlich gestaltet, sowie Informationen in manchen Fällen nicht leicht erfassbar gestaltet zu sein. Auch sollte die Funktionalität beim Erreichen eines gespeicherten WPs überarbeitet werden, um eine zufriedenstellende User Experience zu erreichen. Abgesehen davon handelt es sich bei den meisten Usability-Problemen wiederum um kleinere Anpassungen der Nutzeroberfläche. Außerdem wurde auch während der Navigation der Unicontrolbutton als besonders gut für die Interaktion mit dem Gerät geeignet bewertet.

5.3.2.2. *Garmin GPSmap 721*

In der Tabelle Anhang 24 sind sämtliche Usability-Probleme, die von den Probanden VP2, 7 und 9 während der Navigationsaufgabe mit dem Garmin genannt wurden, zusammengefasst dargestellt. Diese werden im Folgenden erläutert.

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **"Kursänderung n. WP" ohne Richtungsangabe:** VP2 und 9 gaben an, dass die Angabe im oberen Datenband des Gerätes missverständlich sei, da eine Richtungsangabe fehle. Deshalb sei nicht klar, ob die angezeigten Grad zum momentanen Kurs hinzuaddiert oder von diesem abgezogen werden sollen. Tatsächlich verstand VP2 die angezeigte Gradzahl sogar als absolut, was dazu

führte, dass sie den Kurs nicht um die angegebenen Grad änderte, sondern einen gänzlich neuen Kurs entsprechend der Gradzahl angelegte.

- **GPS Genauigkeitsfeedback fehlt:** Vergleichbar mit VP5 (Raymarine) gab auch VP9 an, dass ihm ein Feedback zur momentanen Genauigkeit der Standortbestimmung fehle.
- **Unterscheidung Nav. Inform. und Karte unnötig kompliziert** (vgl. Kapitel 5.2.2.2) (VP2)
- **Touchscreen Interaktion öffnet häufig ungewollt Menü:** VP9 gab außerdem an, dass das Menü auch während der Navigation zu groß gestaltet sei und sich nur durch Swipe schließen lasse.
- **WPsymbol verdeckt Tonnenbezeichnung** (VP9)

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Überspringen von WP nicht gefunden** (VP7 und 9)
- **WP-Alarm wird durch Kamerasymbol ausgelöst:** VP2 gab an, dass es verwirrend sei, dass der gleiche Alarm nicht nur bei Erreichen eines WPs sondern auch bei Erreichen eines auf der Karte eingetragenen Kamerasymbols ausgelöst wird.
- **Datenfelder Einstellungen sehr umständlich:** „... befinden sich in verschachtelten, unübersichtlichen Menüs.“ (VP2)
- **Fehlender Überblick auf Grund vieler möglicher Zoomstufen Vektorkarte:** VP7 gab an, dass sie auf Grund „der vielen möglichen Zoomstufen“ das Gefühl habe sie „habe keinen richtigen Überblick, über die wichtigen Informationen“. Das Problem hängt direkt mit der Verwendung von Vektorkarten und den definierten Regeln zum Ein- bzw. Ausblenden von Informationen zusammen.
- **Datenfelder nicht eindeutig benannt:** VP9 empfand die Benennung der Datenfelder teilweise nicht aussagekräftig (bspw. Kursabweichung R 34m, GGM WPG).
- **Inkonsistente und unpassende Begriffswahl:** VP2 und 9 empfanden die deutsche Begriffswahl nicht immer als passend (bspw. Geschwindigkeit statt Fahrt).
- **Route starten nicht eindeutig benannt:** VP7 fand „Navigiere zu“ als Startfunktion für die Routennavigation nicht aussagekräftig (siehe Abbildung 21).

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Hilfestellungen/Tutorials fehlen:** VP2 wünschte sich eine am Gerät integrierte Hilfestellung oder Tutorials.
- **Zoom/Swipe über Karte lässt Datenfelder verschwinden:** VP9 empfand es als störend, dass ein Zoom oder Swipe über die Navigationskarte dazu führt, dass die Datenfelder und das obere Datenband ausgeblendet werden (siehe Abbildung 22). Diese werden erst nach einem Tap auf „Verschieben beenden“ erneut angezeigt.

5. Auswertung

- **ETA berechnet auf Grundlage aktueller Geschwindigkeit:** Ähnlich wie VP8 (Raymarine), gab auch VP2 an, dass sie es als unpassend empfindet, dass ETA auf Grundlage der aktuellen Geschwindigkeit berechnet wird.
- **Feedback nach Wahl des Inhaltes für ein bestimmtes Datenfeld fehlt (VP2)**
- **Zoomen blendet Tracks kurzzeitig aus:** VP7 gab an, dass beim Zoomen auf eine neue Zoomstufe die angezeigten Tracks kurzfristig ausgeblendet würden.
- **Inkonsistente Einheiten (bspw. zeigt das Feld „Tageskilometer“ sm) (VP2)**
- **Informationsdarstellung auf Karte zu überladen (VP2)**



Abbildung 21: Garmin Start einer Route



Abbildung 22: Garmin Verschieben der Seekarte

Positives Feedback

- **Schnelle Möglichkeit Distanz und Kurs zu beliebigem Punkt anzuzeigen (VP2 und 9)**
- **Route auch während der Navigation noch anpassbar (VP2)**
- **Konfigurierbarkeit des WP-Alarms (sowohl Distanz bei Auslösung als auch On/Off) (VP2)**
- **Kompassleiste im oberen Datenband gibt schnellen Überblick über den Soll- und Ist-Kurs (siehe Abbildung 23) (VP2)**
- **Kursvektoren (Kurs durch Wasser und Kurs über Grund) können mit Zeitmarkierungen angezeigt werden (VP7 und 9)**
- **Einfache Möglichkeit den Kurs zwischen zwei WP abzulesen (Tapp auf die Routenlinie, siehe Abbildung 24) (VP9)**
- **Möglichkeit die Datenfelder nach dem eigenen Bedarf zu konfigurieren (VP9)**
- **ETA-Anzeige für den nächsten WP (VP9)**
- **Generell gute Übersichtlichkeit während der Navigation (VP9)**

5. Auswertung

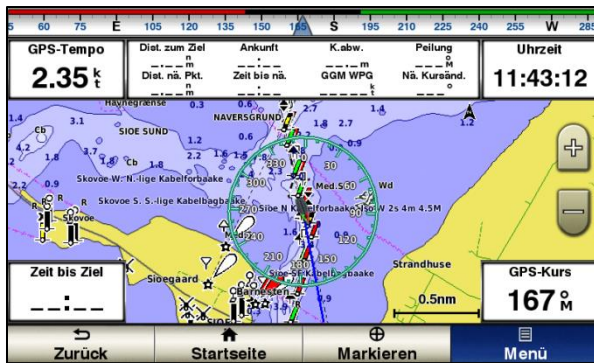


Abbildung 23: Garmin Kompassleiste



Abbildung 24: Garmin Teilstrecken Information

Zusammenfassung

Die größten Usability-Probleme während der Navigation mit dem Garmin sind zum einen das fehlende Feedback über die Genauigkeit der momentanen Standortbestimmung über GPS, zum anderen die zu groß gestalteten WP-Symbole, die teilweise Informationen überlagern. Außerdem bleibt das bereits bei der Routenplanung geschilderte Problem, der unübersichtlichen Menüstruktur und der teilweise nicht aussagekräftig bezeichneten Funktionen erhalten und führt auch während der Navigation dazu, dass Funktionen nicht gefunden oder falsch verstanden werden. Auch die bereits geschilderte Tatsache, dass teilweise gängige Konventionen der Touchscreen-Interaktion nicht eingehalten werden bleibt bestehen. Abgesehen davon empfanden die Probanden die Übersichtlichkeit der Routen- und Trackanzeige, sowie einige der zusätzlich angebotenen Funktionen (Kompassleiste, Kursvektoren mit Zeiteinheiten, etc.) als gut für die Navigation geeignet.

5.3.2.3. Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator

VP1, 6 und 10 gaben während der Bearbeitung der Navigationsaufgabe mit dem Tablet folgende Usability-Probleme zu Protokoll (siehe auch Anhang 25).

Grad 3 – Kritisches Usability-Problem

- **Kurszirkel Finger verdeckt Karte am interessanten Punkt** (vgl. Kapitel 5.2.2.3) (VP6 und 10)
- **FüG verschwindet bei zu geringer Geschwindigkeit:** VP10 gab an, dass die Anzeige der Fahrt über Grund bei niedrigen Geschwindigkeiten häufig verschwinde.
- **Abfahrtszeit passt sich nicht an tatsächliche an:** VP1 und 10 gaben an, dass sich die Abfahrtszeit, die zuvor in der Routenplanung vorläufig eingetragen wurde, nicht an die tatsächliche Abfahrtszeit anpassen würde. Da der Zeitpunkt allerdings als Grundlage für die Berechnung der voraussichtlichen Ankunftszeiten genutzt wird, seien auch diese falsch dargestellt.
- **Geschwindigkeiten stimmen nicht, daher ETA auch nicht:** VP1 und 10 bemängelten, dass die angezeigten Geschwindigkeiten häufig nicht mit den

5. Auswertung

tatsächlich übereinstimmen. Da auf deren Grundlage allerdings die ETA berechnet wird, stimmte auch diese nicht.

- **Oberes Datenband zeigt häufig nichts an:** VP1, 6 und 10 gaben an, dass auch die Informationen Position und Kurs über Grund häufig nicht angezeigt würden (siehe Abbildung 25, 1). VP10 sagte sogar, dass „das Gerät ohne zusätzlichen Kompass kaum zu gebrauchen“ sei. Sowohl dieses als auch das vorherige Problem könnte mit unzureichendem Empfang des GPS-Signales zusammenhängen.
- **Regentropfen / Spritzwasser aktivieren Touchscreen (VP6)**
- **WPsymbol verdeckt Karteninhalt:** VP10 gab außerdem an, dass das Symbol für WPe zu groß gewählt sei und teilweise Informationen der Navigationskarte überdecke (siehe Abbildung 16, 1).

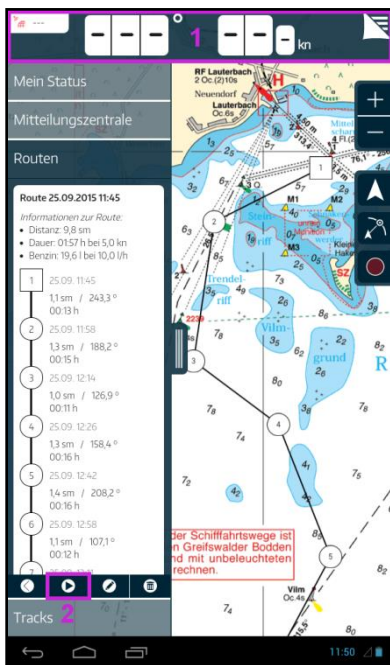


Abbildung 25: Tablet Datenband und Routenstart

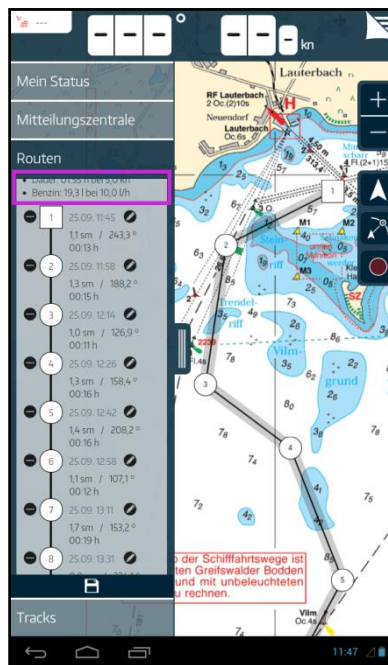


Abbildung 26: Tablet lange WPliste



Abbildung 27: Tablet Helles Thema

Grad 2 – Mittleres Usability-Problem

- **Routenneustart Eingabe einer vergangenen Zeit nicht möglich:** Nach einem Absturz der App gab VP1 an, dass nach einem Routenneustart keine Abfahrtszeit gewählt werden könne, die in der Vergangenheit läge. Auf Grund dieser Tatsache seien die voraussichtlichen Ankunftszeiten nicht mehr passend berechnet worden und der Nutzer nicht in der Lage gewesen dies zu korrigieren.
- **Kurszirkel ein Punkt sollte immer auf Schiff fokussieren:** VP10 wünschte sich für die Navigation, dass einer der beiden Punkte des Kurszirkelwerkzeuges automatisch auf die aktuelle Position des Schiffes zeige. So könne deutlich leichter ein Kurs abgelesen werden.

- **Überspringen eines WP schwer zu finden:** VP1 fand ebenfalls nach dem Absturz der App zunächst nicht die Möglichkeit WPe zu überspringen. Hierfür muss in der WPliste auf den nächsten WP getapt werden, dies ist allerdings durch keinerlei Symbol oder Text erklärt.
- **Button zum Start Navigation zu klein** (siehe Abbildung 25, 2) (VP1)
- **Buttons generell schlecht zu treffen** (VP1)
- **Sidemenu kann nicht mit Swipe geöffnet werden** (vgl. Kapitel 5.2.2.3) (VP10)
- **WPliste im Landscapemodus nicht sinnvoll:** VP10 gab an, dass der horizontale Platz im Landscapemodus so deutlich begrenzt sei, dass die Nützlichkeit der WPliste deutlich verringert werde (siehe Abbildung 28).



Abbildung 28: Tablet im Landscapemodus

Grad 1 – Kosmetisches Usability-Problem

- **Kurszirkel nicht mit 2-Fingern gleichzeitig bedienbar:** VP6 wünschte sich die Möglichkeit bei der Nutzung des Kurszirkels beide Punkte gleichzeitig zu verschieben.
- **WPliste zeigt entweder Zusammenfassung oder untere WPe:** VP10 wies darauf hin, dass bei ausreichend vielen WPen einer Route in der WPliste immer entweder die Routenzusammenfassung oder aber aktuelle Statusinformationen zu sehen seien (siehe Abbildung 26).
- **Helles Thema hat zu wenig Kontrast:** VP6 gab an, dass „das helle Thema der App unter bestimmten Lichtsituationen zu wenig Kontrast hat“ (siehe Abbildung 27).
- **Einhängevorrichtung des Tablets wäre wünschenswert:** VP10 wünschte sich eine Einhängvorrichtung mit der das Tablet entweder am Boot oder am Körper zu befestigen sei.

Positives Feedback

- **Einstellungsmöglichkeit der Distanz zu einem WP ab der dieser als erreicht gilt (VP10)**
- **Informationen im oberen Datenband übersichtlich strukturiert (VP10)**
- **Einfaches Überspringen eines WPs über die Liste der WPe (VP10)**
- **Kompass im Landscapemodus (VP10)**
- **WPliste blendet automatisch die WP spezifischen Informationen ab dem vorletzten erreichten WP aus (VP10)**

Zusammenfassung

Das größte Usability-Problem des Tablets in der Navigation ist die Tatsache, dass die wichtigen Informationen des oberen Datenbandes häufig nicht angezeigt werden. Ohne diese Informationen ist das Tablet kaum eigenständig zur Navigation zu gebrauchen. Wie bereits in Kapitel 5.2.2.3 geschildert bietet das Tablet abgesehen davon viele gute Funktionen an, die durch kleinere Anpassungen gut nutzbar gemacht werden könnten. Ein weiteres Problem bleibt die auf Grund der kleinen Symbole und nah beieinander liegenden Funktionen teils schwierige Bedienung des Tablets. Gerade unter Berücksichtigung des schwankenden Umfeldes, in dem die App genutzt wird, sollte hier nachgebessert werden. Positiv wurde wiederum die Übersichtlichkeit der Informationsdarstellung.

6. Diskussion

In dieser Arbeit wurden drei verschiedene Seekartenplotter explorativ durch jeweils drei Probanden hinsichtlich ihrer Usability getestet. Dazu wurden die Geräte während drei verschiedener Segeltörns auf der Ostsee in den zwei Anwendungsfällen Routenplanung und Navigation genutzt. Die Probanden gaben ihre Beobachtungen und Schwierigkeiten unter Verwendung der Methode „lautes Denken“ zu Protokoll. Die Protokolle wurden ausgewertet und die gefundenen Usability-Probleme kategorisiert. Außerdem wurden die Seekartenplotter mit Hilfe von standardisierten Tests durch die Probanden bezüglich Usability und User Experience bewertet. Auch das Keystroke-Level Modell wurde für sechs repräsentative Aufgaben angewandt.

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit diskutiert. Ziel ist es, die Stärken und Schwächen aller Geräte in beiden Anwendungsfällen vor dem Hintergrund der zuvor dargestellten Forschungsergebnisse anderer Domänen zu bewerten und möglichst allgemeine Aussagen zur Gebrauchstauglichkeit von Seekartenplottern zu erarbeiten. Anschließend wird der Geltungsbereich bzw. die Limitation der Arbeit diskutiert. Aufbauend auf den Erkenntnissen dieses Kapitels soll im Folgenden eine allgemeine Richtlinie zur Gestaltung von gebrauchstauglichen Seekartenplottern formuliert werden.

6.1. Usability von Seekartenplottern

Eingesetzte Eingabegeräte

Die drei untersuchten Seekartenplotter (Raymarine eS75, Garmin GPSmap 721 und Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator) setzen alle einen Touchscreen zur Bedienung der Software ein. Es zeigte sich allerdings im Usability-Test, dass ein Touchscreen als alleiniges Eingabegerät speziell für den Anwendungsfall Navigation nur bedingt gebrauchstauglich ist. Zum einen kam es vor, dass der Touchscreen durch Regen- oder Spritzwasser aktiviert wurde, zum anderen sind Touchscreens nicht mit gängigen Segelhandschuhen zu bedienen.

Zusätzlich ist gerade bei fest im Landscapemodus montierten Geräten zu bedenken, dass die vertikalen Ausmaße der Touchscreens in diesem Modus im Vergleich zu den Horizontalen deutlich begrenzt sind. Wie in Abbildung 29 dargestellt, ist diese Tatsache für die Usability der Seekartenplotter relevant, da bei der Interaktion mit Karten häufig gezoomt wird. Die 2-Finger-Geste lässt sich



Abbildung 29: Vertikaler (rechts) und horizontaler (links) Zoom (Geste „zoom“, 2016)

bequem durchführen, wenn Daumen und Zeigefinger vertikal von- bzw. aufeinander zubewegt werden können. Dies ist auf Grund der Ausrichtung des Touchscreens im

Landscapemodus allerdings nur sehr begrenzt möglich. Soll demnach eine größere Strecke gezoomt werden haben die Nutzer die Wahl, entweder sehr häufig hintereinander kleinere Strecken vertikal zu zoomen, oder in die weitaus unnatürlichere Handhaltung zu wechseln, bei der Daumen und Zeigefinger horizontal über den Touchscreen bewegt werden können.

Wie bereits in Kapitel 4.1 geschildert, setzt von den drei untersuchten Seekartenplottern nur das Raymarine ein ergänzendes Eingabegerät ein. Der Unicontrolbutton löst zwar die soeben beschriebenen Probleme der Touchscreens, es ergeben sich jedoch durch das Angebot zweier äquivalenter Eingabegeräte neue Usability-Probleme. Nicht zuletzt der Flop von „Microsoft Windows 8“, der hauptsächlich der Einführung der Kacheloberfläche sowie der Abschaffung des Startmenüs zugeschrieben wurde (Vaughan-Nichols, 2013), hat eindrucksvoll gezeigt, wie schwer es ist ein schlüssiges Bedienkonzept für die Kombination von einem Touchscreen mit anderen physischen Bedienelementen zu entwickeln. Auch das Raymarine im Test scheitert an dieser Aufgabe, was vor allem daran liegt, dass sämtliche Bereiche des Kartenplotters mit beiden Bedienelementen bedient werden können. Es zeigte sich, dass die Nutzer sich bspw. an die Bedienung (zoomen und scrollen) der Seekarte mit Hilfe des Unicontrolbuttons gewöhnten, diese vom Gerät allerdings unterbunden wird, sobald ein Menü neben der Seekarte angezeigt wird. In diesem Fall steuert der Unicontrolbutton das Menü, was häufig dazu führte, dass die Nutzer mit dem Eingabegerät nicht wie gewollt den Kartenausschnitt sondern das angezeigte Menü bedienten. Erst nach einem oder mehreren Fehlversuch(en) stiegen sie auf den Touchscreen zur Bedienung der Karte um. Das Beispiel zeigt, wie genau sämtliche Interaktionen und die Vorlieben der ausführenden Nutzer betrachtet werden müssen, wenn zwei redundante Eingabegeräte eingesetzt werden.

Touchscreen Konventionen

Unabhängig vom untersuchten Anwendungsfall nutzte keines der Geräte das Potential einer gut durchdachten Touchscreenbedienung vollständig aus. Dies lag wohl vor allem daran, dass gängige Konventionen nicht befolgt wurden. So wurde bspw. die Geste „verlängerter Tap“ (McVicar, 2015, Absatz 4) nicht genutzt, um Wegpunkte auf der Seekarte zu positionieren. Dieser Funktion ist entgegen der Erwartung des Nutzers die Geste „kurzer Tap“ zugeordnet. Dies steht im klaren Widerspruch zur Bedienung der wohl gängigsten Kartenapplikationen „Google Maps“ oder „Apple Karten“ und hatte u.a. zu Folge, dass die Probanden häufig von dem Setzen ungewünschter Wegpunkte berichteten. Dadurch, dass die Geste „kurzer Tap“ bereits belegt war, konnte diese nicht mehr konventionskonform zum Schließen eines angezeigten Menüs (kurzer Tap auf einen beliebigen Punkt außerhalb des Menüs) verwendet werden. Deshalb hängt auch das Usability-Problem „WP-Menü nur durch Swipe schließbar“ des Garmins direkt mit der geschilderten Problematik zusammen.

Auch das nachträgliche Verschieben eines Wegpunktes auf der Seekarte kann bei allen Geräten optimiert werden. Die Funktion wird teilweise nur versteckt angeboten oder ist über ein Anwählen des entsprechenden Wegpunktes und anschließenden kurzen Tap auf die neue gewünschte Seekartenposition realisiert. Hier sollte es dem Nutzer entsprechend gängiger Praxis (bspw. „Google Maps“ oder „Apple Karten“) möglich gemacht werden, nach Anwählen des Wegpunktes, diesen mit Hilfe von Swipe über die Seekarte zu bewegen. Bei einem solchen Vorgehen (vgl. Kurszirkelwerkzeug des Tablets) gilt es allerdings zu beachten, dass der Finger des Nutzers, der den Wegpunkt über die Karte bewegt, die Karte genau an dem Ausschnitt verdeckt, zu dem der Wegpunkt gerade bewegt werden soll.

Raster- oder Vektorkarten

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Verwendung beider Kartentypen spezifische Vor- und Nachteile mit sich bringt. Rasterkarten werden von den Nutzern als übersichtlicher bewertet und scheinen die relevanten Informationen zuverlässiger zu vermitteln. Andererseits erscheint die Zoom-Funktionalität dieses Kartentyps wenig zeitgemäß und gerade die unscharfen Zwischenzoomstufen, die zwischen zwei gespeicherten Kartenmaßstäben angezeigt werden, bewerteten die Probanden negativ. Da bereits Lavie & Oron-Gilad (2013) schilderten, dass subjektive Usability-Bewertungen stark mit der empfundenen Ästhetik zusammenhängen und die Ästhetik eines Navigationsgerätes das gesamte Design der Karte miteinschließt, sollte dieser Nachteil nicht unterschätzt werden.

Im Gegensatz dazu ist die Zoom-Funktionalität von Vektorkarten durch das Ein- und Ausblenden von Informationen sowie dem Anpassen der Schriftgrößen an die momentane Zoomstufe optisch anschaulicher. Dennoch bringt auch dieses Vorgehen Nachteile mit sich: Zum einen werden auf einigen Zoomstufen eigentlich wichtige Informationen (wie Untiefen, Landmarken, etc.) ausgeblendet. Dies hatte eine generelle Verunsicherung der Probanden zur Folge und führte dazu, dass diese teilweise mehrere Zoomstufen prüften, bevor sie eine Entscheidung trafen. Die Erkenntnisse deckt sich wiederum mit den Ergebnissen von Lavie & Oron-Gilad (2013), die in ihrer Guideline beschrieben, dass ein hohes Abstraktionslevel auf einer Navigationskarte nur nützlich sei, wenn insgesamt wenig Informationen präsentiert würden. Wird die dargestellte Information auf der Seekarte für kleine Maßstäbe abstrahiert (d.h. teilweise ausgeblendet) führt dies somit gerade in Gebieten, in denen viele Informationen dargestellt werden (bspw. Fahrrinnen) zu verringerter Usability. Zum anderen führte das große Angebot unterschiedlicher Zoomstufen dazu, dass die Verunsicherung der Probanden weiter gesteigert wurde, da sie teilweise alle oder zumindest die meisten der angebotenen Zoomstufen prüften. Andererseits zählen die Anpassbarkeit der Vektorkarte (bspw. den angezeigten Flachwasserbereich an den Tiefgang des eigenen Schiffes) sowie die Möglichkeit Zusatzinformationen auf der Karte anzuzeigen zu den klaren Vorteilen.

Insgesamt scheint die Vektorkarte, unter der Voraussetzung einiger Anpassungen (siehe dazu Kapitel 7), innovativer und letztlich auch gebrauchstauglicher zu sein.

Routenpräsentation

Bereits Wang et al. (2013) beschrieben die scheinbar triviale Tatsache, dass ein Navigationsgerät vor dem Start einer Route die Möglichkeit bieten müsse, diese im Gesamten zu betrachten. Zwar bieten alle untersuchten Geräte generell diese Möglichkeit an, nur das Tablet setzt sie allerdings benutzerfreundlich um (die Route wird an diesem Gerät direkt von der Navigationskarte aus gestartet). Auch nach dem Routenstart repräsentiert das Tablet die zu fahrende Strecke am gebrauchstauglichsten, indem es neben der Seekarte die Liste der Wegpunkte der aktuellen Route anzeigt. Im Gegensatz dazu liegen die Liste der Wegpunkte und die Navigationskarte beim Raymarine und Garmin mehrere Menüebenen voneinander entfernt und können ausschließlich im Wechsel betrachtet werden. Es könnte sein, dass auf Grund dieser Präsentation das Tablet auch im Anwendungsfall Navigation im AttrakDiff 2 die beste Bewertung der pragmatischen Qualität erhält und im ISONORM 9241/10 gemeinsam mit dem Raymarine als am aufgabenangemessensten bewertet wird. Beide Wertungen verwundern vor dem Hintergrund des streckenweise ungenügenden GPS-Empfangs des Tablets auf See und der Aussage eines Probanden, dass das Gerät deshalb „ohne zusätzlichen Kompass kaum zu gebrauchen“ sei. Die dennoch gute Bewertung könnte demnach ein Indiz dafür sein, dass die gleichzeitige Präsentation der Seekarte mit einer Liste der Wegpunkte von den Probanden gewünscht war und in ihrer Bewertung honoriert wurde. Man sollte die hohen Wertungen des Tablets für den Anwendungsfall Navigation allerdings auch nicht überinterpretieren. Es ist ebenso möglich, dass die hohen Wertungen in der Routenplanung auf die zeitlich danach liegende Navigation überstrahlten. Das würde bedeuten, dass die Bewertung der Usability des Tablets in der Navigationsaufgabe positiver ausgefallen ist, weil die Erfahrungen mit dem Gerät während der Routenplanungsaufgabe positiv waren. Grund hierfür könnte sein, dass die Instruktion („Bewerte bitte nur den Anwendungsfall Navigation.“) nicht ausgereicht hat, um zu verhindern, dass die Probanden ihren während der Routenplanung gesammelten Eindruck der Geräte in die Bewertung der Navigation einfließen ließen.

Des Weiteren waren sich die Probanden des Tablets und Garmins einig, dass neben den Datenfeldern und der Wegpunktliste die Navigationskarte die wichtigste dargestellte Information sei. Diese solle deshalb in der Nähe der abzufahrenden Route nicht überlagert werden (bspw. durch Wegpunkte). Die Datenfelder und Wegpunktliste, die am Rand des Touchscreens angezeigt werden, überlagerten die meist zentral angezeigte Route kaum, weshalb sie ständig sichtbar sein sollten.

Menüstruktur und Benennung

Der Usability-Test zeigte vor allem für die Menüstruktur des Garmins, teilweise jedoch auch die des Tablets, Verbesserungspotential. Das grundlegende Gestaltgesetz der Nähe besagt, dass Funktionen, die inhaltlich zusammen gehören auf der Benutzeroberfläche nah beieinander positioniert werden sollten (Chang, Dooley & Tuovinen, 2002). Umgekehrt gilt genauso, dass Funktionen, die inhaltlich nicht zusammen gehören weiter voneinander entfernt positioniert sein sollten. Das Gesetz wird bspw. vom Garmin gebrochen, da es zwar möglich ist innerhalb der Menüebene „Karten“ Wegpunkte anzulegen, um diese allerdings anschließend zu einer Route zu verbinden muss der Nutzer zur Menüebene „Nav. Inform.“ navigieren. „Wegpunkte anzulegen“ und „Routen zu erstellen“ scheint zwar inhaltlich zusammen zu gehören, dies wurde in der Benutzeroberfläche allerdings nicht anerkannt und umgesetzt. Ein weiteres Beispiel ist die nahe Positionierung der Funktionen „Wegpunkt löschen“ und „Wegpunkt einfügen“ am Tablet. Die inhaltlich nahezu gegensätzlichen Funktionen liegen in der Benutzeroberfläche nah beieinander, was das ungewollte Auslösen der ein oder anderen Funktion begünstigt.

Eine der acht goldenen Regeln der Dialoggestaltung (Shneiderman & Plaisant, 2009) besagt, dass das Arbeitsgedächtnis der Nutzer möglichst entlastet werden sollte. Um dies zu erreichen, sollte „Clutter“ (dt. „Stördaten“ oder „Wirrwarr“) möglichst vermieden werden. Die Probanden gaben im Test an, dass das Raymarine teilweise Funktionen (bspw. Sonar, Radar, u.a.) im Menü anzeige, die nicht am Gerät angeschlossen seien. Dies stellt einen klaren Widerspruch zur formulierten Regel dar, da sich der Nutzer aktiv erinnern muss, welche Funktionen am Gerät angeschlossen und somit nutzbar sind.

Die Versuchspersonen gaben außerdem geräteübergreifend an, dass die Bezeichnung einiger Menüeinträge und Funktionen nicht aussagekräftig sei, was ein Verstoß gegen Niensens (2005) Usability-Heuristik bedeutet. Nielsen formuliert als Zweite der insgesamt zehn Richtlinien: „Match between system and the real world – The system should speak the users' language, with words, phrases and concepts familiar to the user (...)“ (Nielsen, 2005, S. 1). Die Heuristik betrifft dabei nicht nur die schriftliche Bezeichnung sondern auch die passende Auswahl von Symbolen oder Icons für Funktionen.

Die Ergebnisse des ISONORM 9241/10 zeigen sowohl im Anwendungsfall Routenplanung als auch Navigation deutlich den Handlungsbedarf zur Behebung der geschilderten Problematiken: Alle Geräte werden auf der Subskala Selbstbeschreibungsfähigkeit unterhalb des Normwertes bewertet.

Aufgabenbezug

Da das Keystroke-Level Modell stets den Idealpfad zur Bearbeitung einer Aufgabe betrachtet, zeigen die großen Unterschiede zwischen den berechneten Bearbeitungszeiten

einzelner Geräte, dass alle Geräte für unterschiedliche Teilaufgaben noch aufgabenangemessener konzipiert sein könnten. Um dies zu erreichen sollten bereits während der Gestaltung der Software, wiederkehrende Teilaufgaben identifiziert und deren Bearbeitung so gestaltet werden, dass sie möglichst effektiv und effizient bewältigt werden kann. Es zeigte sich außerdem, dass die Ergebnisse des Keystroke-Level Modells (KLM) die subjektive Usability-Bewertung der Probanden im ISONORM 9241/10 und AttrakDiff 2 vorhersagen konnten: Das Tablet belegte im Mittel den vordersten Platz im KLM und wurde sowohl in der Routenplanung (ISONORM 9241/10 und AttrakDiff 2) als auch der Navigation (AttrakDiff 2) von den Probanden als am gebrauchstauglichsten bewertet. Dies zeigt, wie wichtig es ist die mit dem System zu bearbeitende Aufgabe hinreichend genau zu analysieren und für die häufigsten Teilaufgaben einfache, kurze Bearbeitungswege zu gestalten.

Die Ergebnisse der Nutzertests zeigen außerdem, dass es nicht ausreicht alleinig die Bearbeitungswege zu verkürzen. Gerade die Yacht Navigator Applikation setzt bei einigen Aufgaben auf sehr kurze Wege. Diese sind allerdings häufig versteckt oder unauffällig platziert, was sie den Nutzern nicht intuitiv verständlich macht. Außerdem sind die auslösenden Buttons oft so klein, dass sie gerade unter der Anwendungsbedingung „schwankende Segelyacht“ schwer zu treffen sind. Um derartigen Problemen vorzubeugen definiert bspw. Google in seinem Material Design-Guideline eine Mindestgröße für Buttons von 48x48Pixel (Google, 2013, Absatz 3).

Transparenz

Sowohl die DIN EN ISO 9241-110 (2008) als auch Niensens (2005) Usability Heuristik betonen, dass ein System den Nutzer stets über seinen aktuellen Zustand informieren sollte. Dies betrifft nicht nur Ladezeiten, sondern sollte im Falle der getesteten Seekartenplotter auch auf die Genauigkeit der GPS-Standortbestimmung bezogen werden. Gerade bei unzureichendem GPS-Empfang und einer daraus resultierenden ungenauen Standortbestimmung muss der Nutzer über die Ungenauigkeit des Systems informiert werden, um Fehlentscheidungen vorzubeugen. Ein solches Vorgehen wird in der Luftfahrt bereits angewandt: Hier steht dem Pilot neben der aktuellen GPS-Position auch die GPS-Genauigkeit zur Verfügung (Airbus, 2001).

Anpassbarkeit

Da unterschiedliche Nutzergruppen unterschiedliche Vorlieben und Erfahrungen mit sich bringen und außerdem jeder spezifische Anwendungsfall eigene Aufgabeneigenschaften aufweist, sollten Funktionen stets konfigurierbar oder zumindest de-aktivierbar sein. Dies zeigte sich im durchgeführten Usability-Test vor allem im durchweg positiven Feedback der Probanden zur Möglichkeit die Datenfelder bzw. das Datenband auf die eigenen Bedürfnisse

anzupassen. Negativ wurde andererseits angemerkt, dass die Fangfunktion nicht auszuschalten sei oder auch dass der Wegpunkt-Alarm keine Möglichkeit zur Anpassung böte. Auch Wang et al. (2013) nahmen in ihre Richtlinie auf, dass die Nutzer zwischen verschiedenen Routenarten sowie Kartenorientierungen wählen können sollten. Nicht zuletzt der Grundsatz der Individualisierbarkeit (DIN EN ISO 9241-110, 2008) unterstreicht nochmals, wie wichtig die Anpassbarkeit eines Systems für dessen Usability ist.

6.2. Geltungsbereich und Limitation

Die vorliegende Untersuchung wurde wie bereits geschildert (vgl. Kapitel 4.3.1) mit Probanden durchgeführt, deren Wissen über die Domäne Segeln begrenzt war. Dies führte dazu, dass es aus sicherheitsrelevanten Gründen teilweise nicht möglich war die Geräte in dem in Kapitel 2.2 ausführlich beschriebenen Anwendungsfall „Navigation während der gleichzeitigen Steuerung der Yacht“ zu testen. Zudem war das Durchschnittsalter der Probanden (26,66 Jahre) im Vergleich zum durch Bewersdorf et al. (2015) berechneten Durchschnittsalter der Zielgruppe der getesteten Geräte (71,33 Jahre) gering. Die Probanden waren außerdem Studenten der Fachrichtung „Human Factors“, so dass davon ausgegangen werden kann, dass sie über gutes Wissen bezüglich digitaler Systeme sowie dem Fachbereich Usability verfügten. Im Gegensatz dazu gaben nur 52% der befragten Segelcrews an, einen „Computerexperten“ an Bord zu haben (Bewersdorf et al., 2015). Auf Grund der großen Unterschiede zwischen Probanden und tatsächlicher Zielgruppe ist es denkbar, dass:

- a) Usability-Probleme, die mit der begrenzten Domänenexpertise der Probanden zusammenhängen, für die eigentliche Zielgruppe nicht relevant sind.
- b) Spezifische Usability-Probleme, die durch die Nutzung der Geräte bei gleichzeitiger Steuerung der Yacht entstehen, nicht entdeckt wurden.
- c) Die Schweregrad-Einstufungen der Usability-Probleme, die mit dem Wissen des Nutzers über digitale Systeme zusammenhängen, unpassend sind.
- d) Usability-Probleme nicht entdeckt wurden, die auf Grund des geringeren Wissens über digitale Systeme der eigentlichen Zielgruppe entstehen.

Am passendsten lassen sich die Ergebnisse der Arbeit wohl auf die Nutzergruppe „Mieter einer Charteryacht“ beziehen. Hier kann zum einen davon ausgegangen werden, dass das Durchschnittsalter deutlich geringer ist. Zum anderen sind für diese Nutzergruppe das Gerät sowie die Yacht zu Beginn ihres Törns ähnlich unbekannt, wie für die Probanden im Test.

Die Ergebnisse sind außerdem keinesfalls als vergleichender Gerätetest zu verstehen. Dies liegt daran, dass die Geräte

- a) auf unterschiedlichen Strecken,

- b) unter unterschiedlichen Wetterbedingungen,
- c) mit wenig standardisierten Aufgaben,
- d) durch eine sehr kleine Probandengruppe und
- e) mit jeweils unterschiedlichen Versuchsleitern

getestet wurden. Die Probanden hatten dabei einen unterschiedlichen Kenntnisstand des Segelns sowie vermutlich unterschiedliche Erwartungshaltungen an die Gestaltung der Seekartenplotter. Dennoch liefert gerade dieses wenig standardisierte, explorative Vorgehen, bei dem viele unterschiedliche Anwendungsfälle betrachtet werden, eine gute Grundlage zur Formulierung einer allgemeinen Gestaltungsrichtlinie. Eine so erarbeitete Richtlinie sollte vor dem Hintergrund der zuvor geschilderten Nutzergruppen-Limitationen eine hohe Validität besitzen.

Auf Grund der wenig vergleichbaren Ergebnisse der einzelnen Geräte sollten insgesamt die Resultate der standardisierten Tests nicht übergewichtet werden. Gerade die subjektiven Bewertungen der Probanden nach der Navigation sind mit Vorsicht zu interpretieren. Es könnte wie bereits zuvor dargestellt sein, dass die Probanden nicht ausreichend instruiert wurden, bei der zweiten Bewertung ausschließlich den Anwendungsfall Navigation zu betrachten. Da immer wieder neue Versuchsleiter in einem wenig laborähnlichem Setting eingesetzt wurden, war die Instruktion kaum zu kontrollieren.

Die Ergebnisse des AttrakDiff 2 sind gerade für die Subskalen „hedonische Qualität: Identität“ (HQI) und „hedonische Qualität: Stimulation“ wenig aussagekräftig ausgefallen: Es scheint, als haben die Probanden die Items des Tests nicht annehmen bzw. auf die Seekartenplotter beziehen können, weshalb ihre Antworten eher zur Skalenmitte (also dem neutralen Bereich) tendieren. Eine denkbare Begründung für die Subskala HQI wäre, dass die Probanden auf Grund des Testsettings sowie dem Bewusstsein, dass das untersuchte Gerät nicht ihnen gehört, die gesamte Skala als unpassend empfanden. Insgesamt hat der AttrakDiff 2 in dieser Arbeit leider kaum zusätzliche Erkenntnisse generieren können.

7. Gestaltungsrichtlinien

Es folgt die Darstellung einer möglichst allgemeinen Gestaltungsrichtlinie für Seekartenplotter. Werden alle dargestellten Hinweise bei der Konzeption eines entsprechenden Gerätes berücksichtigt, sollte nach heutigem Erkenntnisstand ein gebrauchstaugliches System entstehen.

Die Hinweise werden, ähnlich wie bereits die vorherige Diskussion, in acht thematisch zusammenhängende Abschnitte gegliedert. Angelehnt an die „Research-Based Web Design & Usability Guidelines“ (Leavitt & Shneiderman, 2001), wird außerdem die relative Relevanz jedes Hinweises bewertet. Die relative Relevanz orientiert sich dabei direkt an den Schweregraden der gefundenen Usability-Probleme. Die Skala wird allerdings um zwei Werte erweitert, um die Häufigkeit der Nennung der entsprechenden Probleme einfließen lassen zu können. Positives Feedback wurde mit dem gleichen Gewicht wie ein mittleres Usability-Problem bei der Einstufung der relativen Relevanz berücksichtigt. Es ergeben sich:

- **Relative Relevanz 1: Kosmetisch.** Der Hinweis begründet sich auf der Nennung von einem oder mehreren kosmetischen Usability-Problemen (Grad 1).
- **Relative Relevanz 2: Einigermaßen Wichtig.** Es wurde ein mittleres, sowie beliebig viele kosmetische Usability-Probleme genannt.
- **Relative Relevanz 3: Wichtig.** Zusammenhängend mit dem Hinweis wurden mehrere mittlere, sowie beliebig viele kosmetische Usability-Probleme zu Protokoll gegeben.
- **Relative Relevanz 4: Sehr Wichtig.** Es wurde ein kritisches, sowie beliebig viele mittlere und kosmetische Usability-Probleme genannt.
- **Relative Relevanz 5: Zwingend.** Die Probanden gaben mehrere kritische, sowie beliebig viele mittlere und kosmetische Usability-Probleme zu Protokoll.

Abschließend wird dargestellt, ob es neben der hier durchgeführten Arbeit weitere Evidenz für den Hinweis gibt.

7.1.1. Passe die Eingabegeräte an den Anwendungsfall an

(1) Der Touchscreen darf nicht sensitiv auf Regen- oder Spritzwasser reagieren.

Relative Relevanz: 4 – Sehr Wichtig

Kommentar: keiner

Evidenz: nein

(2) Biete dem Nutzer neben dem Touchscreen ein zweites, physisches Eingabegerät an.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: keiner

Evidenz: nein

(3) Biete dem Nutzer die Möglichkeit die Bedienung seines Gerätes über die zwei angebotenen Eingabegeräte selbstständig zu konfigurieren.

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Der Nutzer sollte im besten Falle je nach seinen persönlichen Präferenzen aus drei Einstellungsprofilen wählen können:

- Bedienung der Navigationskarte und zugehörigen Funktionen mit Hilfe des Eingabegerätes 1; Bedienung des Menüs mit Hilfe des Eingabegerätes 2.
- Bedienung der Navigationskarte und zugehörigen Funktionen mit Hilfe des Eingabegerätes 2; Bedienung des Menüs mit Hilfe des Eingabegerätes 1.
- Redundante Bedienung der Navigationskarte und zugehöriger Funktionen sowie des Menüs mit Hilfe beider Eingabegeräte.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Individualisierbarkeit

(4) Passe die Sensitivität der Zoom-Geste an die vertikalen Ausmaße des Touchscreens an.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Sind die vertikalen Ausmaße des Touchscreens begrenzt (bspw. durch die Verwendung im Landscapemodus) sollte die Zoom-Geste auf der Navigationskarte entsprechend sensitiv eingestellt sein, damit der Nutzer effektiv und effizient zoomen kann.

Evidenz: nein

7.1.2. Befolge gängige Konventionen der Touchscreenbedienung

(1) *Orientiere dich bei der Wahl der Gesten zur Bedienung des Seekartenplotters an gängigen Navigationsapplikationen.*

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Die Gesten sollten im besten Falle wie folgt genutzt werden:

- **Kurzer Tap** auf die Karte: Schließt evt. geöffnete Menüs, fokussiert erneut die Navigationskarte. Löst außerdem angezeigte Funktionen aus.
- **Langer Tap** auf die Karte: Setzt Wegpunkte.
- **Doppelter Tap** auf die Karte: Vergrößert die Navigationskarte.
- **Swipe:** Verschiebt die Navigationskarte.
- **Zoom:** Vergrößert/-kleinert die Navigationskarte.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Erwartungskonformität, McVicar (2015)

(2) *Wegpunkte sollten direkt auf der Navigationskarte verschoben werden können.*

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Wegpunkte sollten auf drei Arten verschoben werden können:

- Anwählen des Wegpunktes durch einen langen Tap und anschließendes Verschieben mit Hilfe von Swipe.
- Anwählen des Wegpunktes durch einen langen Tap und anschließendes sprunghaftes Versetzen durch einen erneuten langen Tap auf die neue gewünschte Position der Navigationskarte.
- Anwählen des Wegpunktes durch einen langen Tap und anschließendes Verschieben über die Eingabe neuer GPS-Koordinaten.

Evidenz: nein

(3) *Bedenke, dass die Finger der Nutzer Informationen der Seekarte überdecken.*

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Sollen Nutzer Elemente mit Hilfe von Swipe genau auf der Navigationskarte positionieren, dann sollte der Bereich in dem die Elemente als angewählt gelten ausreichend groß sein. Dieses Vorgehen verhindert, dass der Finger des Nutzers gerade den interessanten Kartenausschnitt unter dem Element verdeckt.

Evidenz: nein

(4) Passe die gewählte Symbolik den gängigen Konventionen an.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Wähle die Symbolik deiner Funktionen so, dass sie mit den Bedienmöglichkeiten übereinstimmen.

Beispiel: Wenn die Symbolik eines Buttons auf gängigen Systemen bedeutet, dass dieser mit Swipe bedient werden kann, dann sollte dieser Button auch im Kartenplotter mit Swipe bedienbar sein.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Erwartungskonformität

7.1.3. Nutze Vektorkarten, aber...

(1) Blende wichtige Informationen nicht aus.

Relative Relevanz: 4 – Sehr Wichtig

Kommentar: Wichtige Informationen wie bspw. Untiefen, Felsen oder Tonnen sollten auf jeder Zoomstufe eingeblendet sein. Die Symbolik ist entsprechend so zu wählen, dass die Navigationskarte auf allen Zoomstufen übersichtlich bleibt. Ist das Ausblenden aus Gründen der Übersichtlichkeit zwingend notwendig, muss Symbolik verwendet werden, die dem Nutzer eindeutig darüber informiert, dass Informationen ausgeblendet sind. Denkbar sind bspw. Infotexte wie „Nicht alle Informationen angezeigt“ oder auch ein eindeutiges Symbol, welches für „mehrere Tonnen“ steht.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Aufgabenangemessenheit, Lavie & Oron-Gilad (2013)

(2) Beschränke die Anzahl möglicher Zoomstufen auf eine sinnvolle Auswahl.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Eigentlich sollte Punkt (1) die Verunsicherung der Nutzer im Umgang mit Vektorkarten ausräumen. Falls die Vermutung bestehen sollte, dass dies nicht der Fall ist, kann zusätzlich die Anzahl der vorhandenen Zoomstufen reduziert werden. Dazu sollten einfach die höchsten/niedrigsten Zoomstufen ausgeschlossen werden.

Evidenz: nein

(3) Nutze die Möglichkeiten der Vektorkarte.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: Flachwasserbereiche sollten auf den individuellen Tiefgang des Schiffes anpassbar sein. Außerdem sollte die Vektorkarte genutzt werden um optionale Zusatzinformationen anzuzeigen. Die Karte sollte außerdem in die eingestellte Systemsprache übersetzt sein.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Individualisierbarkeit

7.1.4. Präsentiere die wichtigste Information angemessen: Die Route

(1) Vor dem Start einer Route sollte eine Zusammenfassung angezeigt werden.

Relative Relevanz: 4 – Sehr Wichtig

Kommentar: Die Zusammenfassung sollte folgende Informationen enthalten:

- Gesamtstrecke
- Anzahl der Wegpunkte
- Abfahrtszeit
- Voraussichtliche Ankunftszeit (ETA)
- Grafische Repräsentation der Route auf der Navigationskarte

Evidenz: Wang et al. (2013)

(2) Neben der Karte sollte die Liste der Wegpunkte präsentiert werden können.

Relative Relevanz: 4 – Sehr Wichtig

Kommentar: Es sollte möglich sein, die Liste der Wegpunkte der aktuellen Route und die Navigationskarte gleichzeitig anzuzeigen. Außerdem sollte die Wegpunktliste mit der Navigationskarte interagieren, d.h. es sollte möglich sein, dass der Nutzer einen Wegpunkt in der Liste auswählt, woraufhin die Navigationskarte zu diesem Wegpunkt springt und ihn anzeigt. In der Liste sollten außerdem die Kursänderungen an allen Wegpunkten angezeigt werden.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Aufgabenangemessenheit

(3) Gestalte die Datenfelder bzw. das Datenband intuitiv.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: Die Datenfelder bzw. das Datenband sollten:

- Einfach zu konfigurieren sein.
- Verständlich gestaltet sein (d.h. bspw. keine kryptischen Abkürzungen!).
- Immer angezeigt werden, da sie über den aktuellen Yachtstatus‘ informieren.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Aufgabenangemessenheit

(4) Die Präsentation der Informationen auf der Seekarte sollte höchste Priorität haben.

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Die Navigationskarte sollte, abgesehen von den gerade unter (2) und (3) beschriebenen Elementen, nicht dauerhaft überlagert werden. Dies gilt vor allem für die Symbole von Wegpunkten, da Wegpunkte meist an relevanten Stellen der Navigationskarte positioniert werden und daher Informationen (bspw. Tonnenbezeichnungen) überlagern könnten.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Aufgabenangemessenheit

7.1.5. Vereinfache die Menüstruktur

(1) Platziere zusammengehörige Funktionen nahe zueinander.

Relative Relevanz: 4 – Sehr Wichtig

Kommentar: Funktionen, die inhaltlich (d.h. entsprechend des Aufgaben-Workflows) zusammen gehören, sollten in der Benutzeroberfläche gruppiert oder räumlich nah zueinander dargestellt werden. Umgekehrt sollten Funktionen mit gegensätzlicher Wirkung entfernt voneinander dargestellt werden.

Evidenz: Chang et al. (2002)

(2) Strukturiere das Menü möglichst einfach und für den Nutzer nachvollziehbar.

Relative Relevanz: 5 – Kritisch

Kommentar: Das Menü sollte so kategorisiert sein, dass der Nutzer die Struktur nachvollziehen kann. Dies verhindert, dass sich unnötig viele Details gemerkt werden müssen.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Lernförderlichkeit, Nielsen (2005), Shneiderman & Plaisant (2009)

(3) Wähle aussagekräftige Bezeichnungen für Menüeinträge und Funktionen.

Relative Relevanz: 5 – Kritisch

Kommentar: Sprich die Sprache der Nutzer! Sowohl schriftliche Bezeichnungen als auch Symbole oder Icons sollten so gewählt sein, dass der Nutzer ohne zusätzlichen Lernaufwand ihre Bedeutung versteht.

Evidenz: DIN EN ISO 9241-110 (2008): Selbstbeschreibungsfähigkeit, Nielsen (2005)

(4) Vermeide Clutter.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Um das Arbeitsgedächtnis der Nutzer zu entlasten, sollten Funktionen, deren Geber nicht am Gerät angeschlossen sind, in der Benutzeroberfläche entweder ausgegraut oder gar nicht angezeigt werden.

Evidenz: Shneiderman & Plaisant (2009)

7.1.6. Designe Workflows, nicht Funktionen

(1) Gestalte häufig genutzte Interaktionsfolgen möglichst effektiv und effizient.

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Zu den häufig benutzten Workflows zählen u.a.:

- Wegpunkt anlegen
- Wegpunkt löschen
- Route erstellen
- Wegpunkt in eine Route einfügen
- Route und Track-Aufzeichnung starten
- Aktuelle Position anzeigen
- Aktuellen Kurs anzeigen
- Kurs zwischen zwei zukünftigen, in einer Route aufeinanderfolgenden Wegpunkten ablesen
- Kursänderung nach dem nächsten Wegpunkt ablesen
- Nächsten Wegpunkt der Route überspringen
- Kurs und Distanz zu einem beliebigen Punkt der Navigationskarte ablesen

Die Workflows sollten einerseits möglichst wenige Interaktionsschritte des Nutzers erfordern, andererseits enden, indem sie klar die geänderte bzw. gewünschte Information präsentieren.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008)

(2) Die erste Interaktion eines Workflows sollte zugänglich gestaltet sein.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: Der erste Interaktionsschritt einer Folge sollte sichtbar platziert und aussagekräftig gestaltet sein, um zu gewährleisten, dass der Workflow allen Nutzern zugänglich ist. Häufiges „Fehltafen“ sollte außerdem vermieden werden, indem Buttons (oder der Bereich in dem diese als getapt gelten) ausreichend groß gewählt werden.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008): Lernförderlichkeit

(3) Biete eine Rückgängig-Funktion an.

Relative Relevanz: 1 – Kosmetisch

Kommentar: Der Nutzer sollte die Möglichkeit haben, gerade vorgenommene Änderungen (bspw. das Löschen eines Wegpunktes) einfach rückgängig zu machen.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008): Fehlertoleranz, Shneiderman & Plaisant (2009)

7.1.7. Gestalte ein transparentes System

(1) Informiere den Nutzer über die Genauigkeit der GPS-Standortbestimmung.

Relative Relevanz: 5 – Zwingend

Kommentar: Um übersteigertes Technikvertrauen zu vermeiden, sollte der Nutzer stets darüber informiert werden auf wie viele Meter genau die momentane Standortbestimmung über GPS ist.

Evidenz: Airbus (2001), Nielsen (2005)

(2) Informiere über systembedingte Ladezeiten.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Gerade nach dem Start des Systems, aber auch bei späteren Verzögerungen, sollte der Nutzer durch einen Fortschrittsanzeiger über den Verlauf der Ladezeit informiert werden.

Evidenz: Nielsen (2005), Shneiderman & Plaisant (2009)

7.1.8. Beachte unterschiedliche Anwendungsfälle und Nutzervorlieben

(1) Der Signalton bei Erreichen eines Wegpunktes sollte konfigurierbar sein.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: Sowohl der dargebotene Ton, als auch die Distanz ab der ein Wegpunkt als erreicht gilt, sollte durch den Nutzer auf seine Vorlieben und die Eigenschaften des aktuellen Anwendungsfalls angepasst werden können.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008): Individualisierbarkeit

(2) Eine Fangfunktion zum Markieren von Landmarken sollte optional vorhanden sein.

Relative Relevanz: 3 – Wichtig

Kommentar: Von einigen Nutzern als sehr hilfreich, von anderen wiederum als störend empfunden, sollte eine Fangfunktion angeboten, diese jedoch auf Wunsch des Nutzers deaktiviert werden können.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008): Individualisierbarkeit

(3) Neben dem Handbuch sollte eine digitale Hilfe-Funktion im Gerät vorhanden sein.

Relative Relevanz: 2 – Einigermaßen Wichtig

Kommentar: Einige Nutzer präferieren eine integrierte Hilfe-Funktion, weshalb diese angeboten werden sollte.

Evidenz: DIN EN ISO 9241/110 (2008): Lernförderlichkeit

8. Fazit & Ausblick

Im Verlauf der vorliegenden Arbeit wurden zunächst Forschungsergebnisse aus dem Bereich Usability von Navigationsgeräten der Domänen Automobil und Fußgänger vorgestellt. Außerdem wurden Teile der gültigen Usability-Norm DIN EN ISO 9241 erläutert. Anschließend wurde ein explorativer Usability-Test dreier Seekartenplotter, die bei der Fahrt mit einer Segelyacht auf der Ostsee eingesetzt wurden, ausgewertet. Basierend auf den Erkenntnissen wurde abschließend eine allgemeine Usability-Richtlinie formuliert. Diese sollte vor dem Hintergrund des vorgestellten Geltungsbereiches sowie der Limitationen der Arbeit gültig sein.

Basierend auf der vorgestellten Richtlinie wird im Forschungsprojekt ANeMos im kommenden Jahr 2016 ein standardisierter Usability-Test mit ähnlichen Geräten durchgeführt. Dieser hat zum Ziel, die Richtlinie zu validieren und weiter zu generalisieren. Dabei sollte vor allem die relative Relevanz aller aufgeführten Handlungsempfehlungen überprüft und ggf. angepasst werden. Die für den Test zu entwickelnden standardisierten Aufgaben könnten außerdem an die vorgestellte Richtlinie angelehnt werden. Die Probandengruppe des Tests sollte der tatsächlichen Nutzergruppe der Geräte ähnlicher sein, als sie es in dieser Arbeit war. Gelingt es, erfahrene Segler zu rekrutieren, wäre es interessant die Geräte im beschriebenen Anwendungsfall „Navigation während der gleichzeitigen Steuerung einer Segelyacht“ zu testen. Außerdem sollte eine größere Bandbreite von Seekartenplottern unterschiedlicher Hersteller getestet werden. Es ist denkbar, dass in dieser Arbeit nicht betrachtete Hersteller eine grundlegend unterschiedliche Herangehensweise bei der Gestaltung ihrer Seekartenplotter haben, welche in der formulierten Richtlinie nicht berücksichtigt wird.

Durch die Entwicklung einer möglichst allgemeinen, validierten Usability-Richtlinie für Seekartenplotter in der Sportschiffahrt und die Verbreitung der Richtlinie unter den entsprechenden Herstellern könnte ein Beitrag dazu geleistet werden, die Sicherheitslage in der Sportschiffahrt nachhaltig zu verbessern.

9. Quellenangaben

- Airbus. (2001). A320 Simulator: Flight Crew Operating Manual - Navigation.
- Bewersdorf, I., Weng, M., & Maier, X. (2015). Deskriptive Auswertung des Fragebogens: Digitale Navigationsmedien auf Segelyachten - Nutzung und Nutzerfahrung.
- Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung. (2014). *Jahresbericht 2013* (Jahresbericht).
- Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung. (2015). *Jahresbericht 2014* (Jahresbericht).
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1980). The Keystroke-level Model for User Performance Time with Interactive Systems. *Commun. ACM*, 23(7), 396–410.
- Chang, D., Dooley, L., & Tuovinen, J. E. (2002). Gestalt Theory in Visual Screen Design: A New Look at an Old Subject. In *Proceedings of the Seventh World Conference on Computers in Education Conference on Computers in Education: Australian Topics - Volume 8* (S. 5–12). Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc.
- Changxu Wu, G. Z. (2011). Navigating a car in an unfamiliar country using an internet map: effects of street language formats, map orientation consistency, and gender on driver performance, workload and multitasking strategy. *Behaviour & Information Technology*, 2011 (5).
- Cummings, M. L., Buchin, M., Carrigan, G., & Donmez, B. (2010). Supporting Intelligent and Trustworthy Maritime Path Planning Decisions. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 68 (10), 616–626.
- DIN EN ISO 9241-11. (1999). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-110. (2008). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*. Berlin: Beuth Verlag.
- Dumas, J. S., & Fox, E. J. (2009). Usability Testing: Current Practice and Future Directions. In A. Sears & J. A. Jacko, *The Human-Computer Interaction Handbook* (S. 1129–1149). New York: CRC Press.

- El Batran, K., & Dunlop, M. D. (2014). Enhancing KLM (Keystroke-level Model) to Fit Touch Screen Mobile Devices. In *Proceedings of the 16th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices & Services* (S. 283–286). New York, NY, USA: ACM.
- Electronic Chart Display and Information System. (2015, August 7). In *Wikipedia*. Abgerufen von https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Electronic_Chart_Display_and_Information_System&oldid=144815815
- Garmin GPSmap 721. (2015). Abgerufen 8. September 2015, von <https://buy.garmin.com/de-DE/DE/marine-wassersport/segeln/kartenplotter-kombigerate/gpsmap-721/prod119864.html>
- Geste „zoom“. (2016). Abgerufen 20. Januar 2016, von http://blog.snowflax.com/wp-content/uploads/2012/04/pinch_zoom.png
- Google. (2014). Material Design: Buttons. Abgerufen 22. Januar 2016, von <https://www.google.com/design/spec/components/buttons.html#>
- Hassenzahl, M. (2001). The Effect of Perceived Hedonic Quality on Product Appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13 (4), 481–499.
- Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In J. Ziegler & G. Szwillus, *Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung* (S. 187–196). Stuttgart, Leipzig: B.G. Teubner.
- Hetherington, C., Flin, R., & Mearns, K. (2006). Safety in shipping: The human element. *Journal of Safety Research*, 37 (4), 401–411.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Lavie, T., & Oron-Gilad, T. (2013). Perceptions of electronic navigation displays. *Behaviour & Information Technology*, 32 (8), 800–823.
- Leavitt, M. O., & Shneiderman, B. (2007). *Research-Based Web Design & Usability Guidelines* (Rev Rep). Washington, D.C: U.S. Dept. of Health and Human Services.

- Lee, W.-C., & Cheng, B.-W. (2008). Effects of using a portable navigation system and paper map in real driving. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (1), 303–308.
- McVicar, E. (2015). Designing for Mobile, Part 2: Interaction Design. Abgerufen 11. Dezember 2015, von <http://www.uxbooth.com/articles/designing-for-mobile-part-2-interaction-design/>
- Navigation. (2015, März 9). In *Wikipedia*. Abgerufen von <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Navigation&oldid=139599533>
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (2005). Ten usability heuristics. Abgerufen von http://intra.iam.hva.nl/content/1112/verdieping1/research_for_design/intro-en-materiaal/RfD-Heuristic-Evaluation.pdf
- Projekt ANeMos. (2015). Abgerufen 31. Oktober 2015, von http://www.nmm.tu-berlin.de/menue/forschung/projekt_anemos/
- Prümper, J. (1997). Der Benutzerfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität. In R. Liskowsky (Hrsg.), *Software-Ergonomie '97*. Stuttgart.
- Prümper, J., & Anft, M. (1993). Die Evaluation von Software auf Grundlage des Entwurfs zur internationalen Ergonomie-Norm 9241 Teil 10 als Beitrag zur partizipativen Systemgestaltung - ein Fallbeispiel. In K. H. Rödiger (Hrsg.), *Software-Ergonomie '93, Von der Benutzungsoberfläche zur Arbeitsgestaltung, Berichte des German Chapter of ACM* (S. 145–156). Stuttgart.
- Psarros, G., Skjong, R., & Eide, M. S. (2010). Under-reporting of maritime accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 42 (2), 619–625.
- Raymarine eS75. (2015). Abgerufen 8. September 2015, von <http://www.raymarine.com/view/?id=12164&collectionid=179&col=12166>
- Sarodnick, F., & Brau, H. (2011). *Methoden der Usability Evaluation: wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung*. Huber.
- Schulz, T. (2014). Using the Keystroke-Level Model to Evaluate Mobile Phones. University of Oslo.

- Seekarte der Insel-Ruegen. (2015). Abgerufen 8. September 2015, von <http://www.faehrhafen-sassnitz.de/wp-content/uploads/2011/11/Insel-Ruegen.jpg>
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2009). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (5 Aufl.). Boston: Addison Wesley Pub Co Inc.
- Vestas Wind grounding report. (2015). Abgerufen 26. Juni 2015, von http://www.volvoceanrace.com/en/news/8549_Vestas-Wind-grounding-report.html
- Wang, T. S.-H., Tjondronegoro, D., Docherty, M., Song, W., & Fuglsang, J. (2013). A Recommendation for Designing Mobile Pedestrian Navigation System in University Campuses. In *Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration* (S. 3–12). New York, NY, USA: ACM.
- Wickens, C. D. (2008). Multiple Resources and Mental Workload. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50 (3), 449–455.
- Yacht Navigator App. (2015). Abgerufen 8. September 2015, von <http://www.yacht-navigator.com/>

10. Anhang

10.1. Keystroke-Level Modell

10.1.1. Raymarine eS75

Anhang 1: Raymarine „Wegpunkt erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
„Koordinaten Info-Fläche“ anwählen	P + 2*B	280
„Wegpunkt setzen“ auswählen	P + 2*B	280
Wegpunkt bestätigen	P + 2*B	280
SUMME		1390

Anhang 2: Raymarine „Wegpunkt löschen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Wegpunkt suchen	Z + S	270
Wegpunkt tapen	P + 2*B	280
„Koordinate Info-Fläche“ anwählen	P + 2*B	280
Wegpunkt löschen	P + 2*B	280
Bestätigen	P + 2*B	280
SUMME		1390

Anhang 3: Raymarine „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Menü öffnen	P + 2*B	280
„Navigieren“ auswählen	P + 2*B	280
„Route aufbauen“ auswählen	P + 2*B	280
Wegpunkt 1 anwählen	P + 2*B	280
Wegpunkt 2 anwählen	P + 2*B	280
SUMME		1400

Anhang 4: Raymarine „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Menü öffnen	P + 2*B	280
„Eigene Daten“ auswählen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
Gewünschte Route aus Liste wählen	P + 2*B	280
Kurs ablesen	M	1200
„Schließen“ tapen	P + 2*B	280
SUMME		2600

Anhang 5: Raymarine „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Route anwählen	P + 2*B	280
„Wegpunkt einfügen“ auswählen	P + 2*B	280
Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
SUMME		1110

Anhang 6: Raymarine „Track-Aufzeichnung starten“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Menü öffnen	P + 2*B	280
„Eigene Daten“ auswählen	P + 2*B	280
„Track Liste“ auswählen	P + 2*B	280
„Track starten“ tapen	P + 2*B	280
„Schließen“ tapen	P + 2*B	280
SUMME		1400

10.1.2. Garmin GPSmap 721

Anhang 7: Garmin „Wegpunkt erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
„Wegpunkt erstellen“ tapen	P + 2*B	280
SUMME		830

Anhang 8: Garmin „Wegpunkt löschen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Wegpunkt suchen	Z + S	270
Wegpunkt tapen	P + 2*B	280
„Überprüfen“ auswählen	P + 2*B	280
Wegpunkt auswählen	P + 2*B	280
Wegpunkt löschen	P + 2*B	280
Bestätigen	P + 2*B	280
SUMME		1670

Anhang 9: Garmin „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
3* „Zurück“ tapen	P + 6*B	680
„Navigation Information“ tapen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
„Neue Route“ auswählen	P + 2*B	280
„Wegpunktliste erstellen“ auswählen	P + 2*B	280
Wegpunkt 1 anwählen	P + 2*B	280
Wegpunkt 2 anwählen	P + 2*B	280
2* „Zurück“ tapen	P + 4*B	480
„Navigieren zu“ auswählen	P + 2*B	280
„Voraus“ auswählen	P + 2*B	280
SUMME		3400

Anhang 10: Garmin „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“ Aufgabe 3b

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
„Navigation Information“ tapen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
„Neue Route“ auswählen	P + 2*B	280
„Karte benutzen“ auswählen	P + 2*B	280
1. Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
„Kursänderung hinzufügen“ tapen	P + 2*B	280
2. Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
„Kursänderung hinzufügen“ tapen	P + 2*B	280
„Fertig“ tapen	P + 2*B	280
„Navigieren zu“ auswählen	P + 2*B	280
„Voraus“ auswählen	P + 2*B	280
SUMME		3620

Anhang 11: Garmin „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Teilstrecke zwischen den 2 Wegpunkten anwählen	P + 2*B	280
Kurs ablesen	M	1200
Infofeld schließen	S	70
SUMME		1550

Anhang 12: Garmin „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
3* „Zurück“ tapen	P + 6*B	680
„Navigation Information“ tapen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
Gewünschte Route aus Liste wählen	P + 2*B	280
„Route bearbeiten“ auswählen	P + 2*B	280
„Kursänderung bearbeiten“ auswählen	P + 2*B	280
„Karte benutzen“ auswählen	P + 2*B	280
Betroffenen Routenabschnitt anwählen	P + 2*B	280
„Markierungs-X“ anwählen und gedrückt halten	P + B	180
Kurslinie verschieben	P	80
„Markierungs-X“ abwählen	B	100
„Kursänderung hinzufügen“ tapen	P + 2*B	280
„Fertig“ tapen	P + 2*B	280
„Navigiere zu“ auswählen	P + 2*B	280
„Voraus“ auswählen	P + 2*B	280
SUMME		4120

Anhang 13: Garmin „Track-Aufzeichnung starten“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Wird automatisch aktiviert sobald Navigation gestartet wird.		
SUMME		0

10.1.3. Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator

Anhang 14: Tablet „Wegpunkt erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Sidemenü öffnen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
„+“ tapen	P + 2*B	280
Erstellten Wegpunkt anwählen und halten	P + B	180
Wegpunkt verschieben und abwählen	P + B	180
SUMME		1470

Anhang 15: Tablet „Wegpunkt löschen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Wegpunkt anwählen	P + 2*B	280
„Wegpunkt entfernen“ tapen	P + 2*B	280
SUMME		560

Anhang 16: Tablet „Route aus 2 Wegpunkten erstellen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
1. Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Sidemenü öffnen	P + 2*B	280
„Routen“ auswählen	P + 2*B	280
„+“ tapen	P + 2*B	280
Erstellten Wegpunkt anwählen und halten	P + B	180
Wegpunkt verschieben und abwählen	P + B	180
2. Ziel auf Karte suchen	Z + S	270
Finger ausrichten und tapen	P + 2*B	280
SUMME		2020

Anhang 17: Tablet „Im Navigationsmodus Kurs zwischen 2 Wegpunkten anzeigen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Sidemenü öffnen	P + 2*B	280
Relevante Wegpunkte suchen	S	70
Kurs ablesen	M	1200
Sidemenü schließen	P + 2*B	280
SUMME		1830

Anhang 18: Tablet „Wegpunkt in bestehende Route einfügen“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
Betroffenen Routenabschnitt anwählen	P + 2*B	280
Erstellten Wegpunkt anwählen und halten	P + B	180
Wegpunkt verschieben und abwählen	P + B	180
SUMME		640

Anhang 19: Tablet „Track-Aufzeichnung starten“

Teilhandlung	Operator	Zeitdauer [ms]
„Record“ tapen	P + 2*B	280
SUMME		280

10.2. Usability-Test

Anhang 20: Usability-Probleme Raymarine eS75 Routenplanung

		ISO 9241-110 Kriterium							
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit	
Bereich	Funktion	VP8: Suchfeldfunktion findet Zielhafen nicht		VP5: Funktion zum Fokus auf letzten WP fehlt	VP8: Autorouting setzt unerwünschte Zwischenpunkte	VP3 & 5: Verschiebung gesetzter WP auf Karte nicht möglich			
		VP5: Fangfunktion für Landmarken fehlt			VP5: Groß- und Kleinschreibung in Routenbenennung nicht gefunden	VP5: Löschung eines WP nicht umkehrbar			
	Menü		VP8: Hovereffekt im Menü zu unauffällig					VP3: Funktion zum Aufbauen einer Route versteckt platziert	
	Steuerung	VP5 & 8: Touchscreen Interaktion während Routenplanung setzt häufig ungewünscht WP				VP 5 & 8: Menü blockiert Zoom mit Unicontrolbutton auf Karte			
		VP5: Touchscreen zu ungenau							
	Zoom	VP3 & 5: Zoomstufen blenden Landmarken aus	VP5: Maximale Zoomstufe zu hoch						
	Symbolik				VP3: Symbolik des letzten WP unterscheidet sich nicht				
	Wortwahl		VP3 & 8: Speicherfunktion einer Route nicht eindeutig benannt						
				VP3: Funktion zum Verbergen angezeigter Tracks nicht eindeutig benannt					
	Design				VP3: Scrollbar in Popup keine Funktion außer visuelles Feedback				
	Allgemein								
Handbuch									
Karte	VP3: Fahrrinntiefe kann nicht auf Karte angezeigt werden	VP8: Kartenlegende fehlt - Symbole nicht verständlich							

Anhang 21: Usability-Probleme Garmin GPSmap 721 Routenplanung

		ISO 9241-110 Kriterium						
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit
Bereich	Funktion	VP2: Routenübersicht zeigt keine Fahrdauer oder kalkulierte Abfahrtszeiten		VP9: Nach Speichern Route nicht auf Karte sichtbar			VP2: Fangfunktion für Landmarken	
		VP7: Suchfeldfunktion Zeichenanzahl begrenzt					VP2: Routenlinie schwer erkennbar	
	Menü	VP2: Benennung einer Route umständlich erreichbar	VP2 & 7: Nav. Inform. soll statt Karte zur Routenerstellung genutzt werden	VP9: Erstellen einer Route nicht auf Navigationskarte möglich	VP7: Suchfeldfunktion schwer zu finden	VP2 & 9: Löschung eines WP sehr umständlich		VP2, 7 & 9: Einfügen eines WPs in bestehende Route sehr umständlich
								VP2: Menüstruktur generell undurchsichtig
								VP7: Benennung eines WP schwer zu finden
	Steuerung	VP9: Touchscreen zu klein um effizient zu zoomen/swipen			VP2: Verschiebung eines neuen WP verschiebt häufig Karte	VP9: Touchscreen Interaktion setzt häufig ungewünscht vorläufigen WP		
					VP2 & 9: WP-Menü nur durch Swipe schließbar			
	Zoom	VP7 & 9: Zoomstufen blenden Landmarken aus						
	Symbolik				VP2: Kamerasymbol für Aussichtspunkt irreführend			
					VP2: Symbolik des ersten WP nicht eindeutig			
	Wortwahl		VP2 & 7: Routenerstellungsoptionen nicht eindeutig benannt					
			VP2 & 9: Funktionen und Menüeinträge nicht eindeutig benannt					
			VP2, 7 & 9: Speicherfunktion einer Route nicht eindeutig benannt					
	Design	VP2 & 9: WP-Menü zu groß			VP2: Blaue Hinterlegung Einstell. & Nav. Inform. nicht schlüssig			
	Allgemein			VP2: Display passt Helligkeit grundlos an				
	Handbuch							
Karte		VP2: Betonungsrichtung in Karte nicht eingetragen			VP7: Inkonsistente Sprache für Landmarken (dänisch)		VP2: Informationsdarstellung auf Karte zu überladen	VP2: Kartenlegende nicht gefunden - Symbole nicht verständlich
		VP2 & 9: Hafennamen stehen nicht direkt auf Karte						

Anhang 22: Usability-Probleme Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator Routenplanung

		ISO 9241-110 Kriterium						
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit
Bereich	Funktion	VP6: Kurszirkel Finger verdeckt Karte am interessanten Punkt	VP1: Feedback bei Startladezeiten fehlt		VP1: Erster WP wird nicht auf aktuellen Aufenthaltsort gesetzt	VP1 & 10: Koordinaten eines WP nicht im Menü änderbar	VP1: Neue Route lässt Alte Verschwinden	
		VP10: Anwählen eines WPs in WPliste setzt WP in Bildschirm- nicht Kartenmitte			VP1: Zoomed 15sec verzögert nach Start auf eigenen Standort	VP1 & 6: Funktionen "WP Löschen" und "WP einfügen" zu dicht beieinander		
		VP6: Geschwindigkeit kann nur für Schlag, nicht Teilstrecken festgelegt werden				VP6: Rückgängig Funktion fehlt		
		VP1: Routenplanung: Kompass im Landscapemodus unnötig				VP10: WP Löschung ohne zusätzliche Bestätigung		
	Menü					VP10: Funktionen "WP Löschen" und "WP auswählen" zu dicht beieinander		VP10: Einfügen eines WPs in bestehende Route zunächst nicht gefunden
	Steuerung					VP1 & 10: Touchscreen Interaktion setzt häufig ungewünscht WP		
						VP1 & 6: Verschiebung eines WP verschiebt häufig Karte		
	Zoom							
	Symbolik	VP1 & 10: Symbol zum Bearbeiten von WP zu klein	VP1: Symbole/Icons teilweise nicht aussagekräftig		VP1 & 6: Sidemenu kann nicht mit Swipe geöffnet werden			VP1, 6 & 10: Button zur Routenerstellung zu klein, schwer zu finden, nicht intuitiv
	Wortwahl							
	Design	VP6: WPsymbol verdeckt Information auf Karte						
	Allgemein							
Handbuch								
Karte		VP1: Keine Zusatzinformation auf Rasterkarte						

Anhang 23: Usability-Probleme Raymarine eS75 Navigation

		ISO 9241-110 Kriterium						
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit
Bereich	Funktion	VP8: Kurse zwischen zwei WP in Kartenansicht nicht gefunden		VP3: Bestätigen des WP- Alarms überspringt WP	VP5: GPS Genauigkeitsfeedback fehlt		VP8: Distanz bis Ziel für Datenfelder nicht gefunden	
		VP5: Routenneustart startet von WP1 statt Aktuellem			VP8: Funktionen auch ohne Geber immer auswählbar		VP5: Feste Vektorlänge (KdW & KüG) und Kompass nicht gleichzeitig anzeigbar	
		VP5: WP gilt unter manchen Fahrbedingungen zu früh als erreicht			VP8: Funktionsauslösung ohne Feedback		VP5: Aktueller Routenabschnitt schwarz statt gewählte Routenfarbe	
		VP8: Uhrzeiten der Track-Aufzeichnung am Gerät nicht einsehbar			VP8: ETA berechnet sich auf Grundlage von aktueller VMG		VP3: WP-Alarm unverhältnismäßig unangenehm	
	Menü						VP5: Oberes Datenband Einstellungen schwer auffindbar	
	Steuerung				VP3 & 8: Inkonsistente Bedienung Touchscreen und Unicontrolbutton			
	Zoom	VP3 & 8: Zoomstufen blenden Landmarken aus			VP3: Schiffsymbol bei hohem Zoom unverhältnismäßig klein			
		VP3 & 8: Wassertiefe auf Karte nicht immer sichtbar (Zoomstufe & Ausschnitt)						
	Symbolik				VP8: Kamerasymbol führt erst über Umweg zu Fotos			
	Wortwahl		VP8: Funktionen nicht eindeutig benannt		VP8: Inkonsistente Sprache (de/en)			
			VP8: Abkürzungen in Detailanzeige der WP nicht aussagekräftig		VP5: Inkonsistente Einheiten (<1sm = m, sonst sm)			
	Design	VP5 & 8: Datenfelder zu kleine Schrift	VP8: Detailanzeige der WP zu klein					
	Allgemein							
Handbuch		VP3: Benutzerhandbuch teilweise nicht aussagekräftig						
Karte	VP3: Fahrrinnentiefe kann nicht auf Karte angezeigt werden	VP8: Informationsdarstellung auf Karte zu überladen und unstrukturiert						
	VP8: Sperrgebietstonnen fehlen							

Anhang 24: Usability-Probleme Garmin GPSmap 721 Navigation

		ISO 9241-110 Kriterium							
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit	
Bereich	Funktion	VP2 & 9: "Kursänderung n. WP" ohne Richtungsangabe		VP7 & 9: Überspringen von WP nicht gefunden	VP9: GPS Genauigkeitsfeedback fehlt			VP2: Hilfestellungen/Tutorials fehlen	
		VP9: Zoom/Swipe über Karte lässt Datenfelder verschwinden			VP2: WP-Alarm wird durch Kamerasymbol ausgelöst				
					VP2: ETA berechnet auf Grundlage aktueller Geschwindigkeit				
					VP2: Feedback nach Wahl eines bestimmten Datenfeldes fehlt				
	Menü		VP2: Unterscheidung Nav. Inform. und Karte unnötig kompliziert					VP2: Datenfelder Einstellungen sehr umständlich	
	Steuerung	VP9: Touchscreen Interaktion öffnet häufig ungewollt Menü							
	Zoom				VP7: Zoomen blendet Tracks kurzzeitig aus			VP7: Fehlender Überblick auf Grund vieler möglicher Zoomstufen Vektorkarte	
	Symbolik								
	Wortwahl		VP9: Datenfelder nicht eindeutig benannt			VP2 & 9: Inkonsistente und unpassende Begriffswahl			
				VP7: Route starten nicht eindeutig benannt		VP2: Inkonsistente Einheiten (Tageskilometer zeigt sm)			
	Design	VP9: WPsymbol verdeckt Tonnenbezeichnung							
	Allgemein							VP2: Informationsdarstellung auf Karte zu überladen	
Handbuch									
Karte									

Anhang 25: Usability-Probleme Neptune Tablet mit Delius Klasing Yacht Navigator Navigation

		ISO 9241-110 Kriterium							
		Aufgabenangemessenheit	Selbstbeschreibungsfähigkeit	Steuerbarkeit	Erwartungskonformität	Fehlertoleranz	Individualisierbarkeit	Lernförderlichkeit	
Bereich	Funktion	VP6 & 10: Kurszirkel Finger verdeckt Karte am interessanten Punkt		VP1: Routenneustart Eingabe einer vergangenen Zeit nicht möglich	VP10: FÜG verschwindet bei zu geringer Geschwindigkeit				
		VP1 & 10: Abfahrzeit passt sich nicht an tatsächliche an		VP6: Kurszirkel nicht mit 2-Fingern gleichzeitig bedienbar	VP1 & 10: Geschwindigkeiten stimmen nicht, daher ETA auch nicht				
		VP10: Kurszirkel ein Punkt sollte immer auf Schiff fokussieren			VP1, 6 & 10: Obere Datenleiste zeigt häufig nichts an				
	Menü							VP1: Überspringen eines WP schwer zu finden	
	Steuerung	VP6: Regentropfen / Spritzwasser aktivieren Touchscreen					VP1: Button zum Start Navigation zu klein		
							VP1: Buttons generell schlecht zu treffen		
	Zoom								
	Symbolik				VP10: Sidemenu kann nicht mit Swipe geöffnet werden				
	Wortwahl								
	Design	VP10: WPsymbol verdeckt Karteninhalt							
		VP10: WPliste im Landscapemodus nicht sinnvoll							
		VP10: WPliste zeigt entweder Zusammenfassung oder untere WPe VP6: Helles Thema hat zu wenig Kontrast							
	Allgemein	VP10: Einhängenvorrichtung des Tablets wäre wünschenswert							
Handbuch									
Karte									