

Aus der Klinik für Hals - Nasen - Ohrenheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Fragebogenbasierte Studie zu Kinetose (Bewegungskrankheit)
während des Autofahrens
Questionnaire-based study on kinetosis (motion sickness)
while driving

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Marie-Anne Beatrice Franziska Elisabeth Heiß

Datum der Promotion: 03.12.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abkürzungsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Zusammenfassung (deutsch)	7
Abstract (english)	9
1. Einleitung	11
1.1 Fragestellung	11
1.2 Der Gleichgewichtssinn	13
1.2.1 Anatomie und Physiologie des vestibulären Systems.....	14
1.3 Kinetose	17
1.3.1 Definition der Kinetose	17
1.3.2 Ätiologie der Kinetose	17
1.3.3 Symptome der Kinetose	20
1.3.4 Prädispositionen der Kinetose.....	21
1.3.5 Therapie der Kinetose	21
1.4 Kinetose beim Autofahren.....	23
1.5 Hypothesen	28
2. Material und Methoden	29
2.1 Probanden	29
2.1.1 Einwilligungserklärung.....	29
2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien	29
2.1.3 Probandenrekrutierung.....	30
2.2 Fragebogen.....	31

2.2.1 Aufbau und Umfang	31
2.3 Statistische Methoden.....	36
3. Ergebnisse	38
3.1 Deskriptive Ergebnisse	38
3.2 Analyse der Ergebnisse	46
3.2.1 Einfluss des Geschlechts	46
3.2.2 Einfluss der Sitzposition	49
3.2.3 Einfluss der Bewegungsrichtung	50
3.2.4 Zusammenhang zu Kinetose anderer Art.....	51
4. Diskussion	54
4.1 Limitationen der Methodik.....	54
4.2 Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur.....	57
4.2.1 Einfluss des Geschlechts (Hypothese 1).....	57
4.2.2 Einfluss der Sitzposition (Hypothese 2).....	58
4.2.3 Einfluss der Bewegungsrichtung (Hypothese 3)	60
4.2.4 Zusammenhang zu Kinetose anderer Art (Hypothese 4)	62
4.3 Schlussfolgerung im Bezug auf das autonome Fahren	63
4.4 Ausblick.....	66
5. Literaturverzeichnis	67
Anhang	75
Eidesstattliche Versicherung	87
Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen.....	88
Lebenslauf.....	89
Publikationsliste	90
Danksagung	91

Abkürzungsverzeichnis

3D	- dreidimensional
Beschl.	- Beschleunigung
BF 	- Beifahrer lesend
BF hi	- Beifahrer auf dem Rücksitz
BF vo	- Beifahrer vorne
Brem.	- Bremsen
bzgl.	- bezüglich
bzw.	- beziehungsweise
ca.	- circa
CBF	- Campus Benjamin Franklin
e.g.	- exempli gratia, for example
et al.	- et alii
F	- Fahrer
geöffn.	- geöffnete
geschl.	- geschlossene
k.A.	- keine Angabe
lat.	- lateinisch
m	- männlich
MW	- Mittelwert
o.ä.	- oder ähnliche/s
PKW	- Personenkraftwagen
sog.	- sogenannt
SPSS	- Statistical Package for the Social Sciences
U.S.	- United States
U.S.A.	- United States of America
u.s.w.	- und so weiter
verm.	- vermeiden
vgl.	- vergleiche
w	- weiblich
z.B.	- zum Beispiel
ZNS	- Zentrales Nerven System

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beteiligte Strukturen des Gleichgewichtssinn (Schulte et al., 2012).....	13
Abbildung 2: Das periphere vestibuläre System. a) Anordnung der Bogengänge und b) ihre Lage im Kopf. 1) Arbeitsebene des horizontalen Bogengangs, 2) Arbeitsebene des vorderen Bogengangs, 3) Arbeitsebene des hinteren Bogengangs, 4) Hauptebene der Macula utriculi, 5) Hauptebene der Macula sacculi, 6) Ductus endolymphaticus, 7) Saccus endolymphaticus. Wenn der Mensch aufrecht steht, bildet der horizontale Bogengang, sowie die Utriculi mit der Horizontalen einen nach vorne offenen Winkel von 30° (Scherer, 1997).....	14
Abbildung 3: Bogengänge, Ampulle und einzelne Haarsinneszelle (Hinghofer-Szalkay, 2019)	15
Abbildung 4: Schnitt durch ein Otolithenorgan (Utriculus und Sacculus) (Hinghofer-Szalkay, 2019).....	16
Abbildung 5: Die drei rotatorischen Bewegungen eines Fahrzeuges (Bus oder PKW) entlang der Fahrzeugachsen. X-Achse \triangleq Längsachse, Y-Achse \triangleq Querachse, Z-Achse \triangleq Vertikalachse, Roll = Rollen, Pitch = Nicken, Yaw = Gieren (Turner und Griffin, 1999c).	24
Abbildung 6: Vertikale und horizontale Bewegungen eines sitzenden oder liegenden Körpers, jeweils in Richtung der X- und Z-Achse (X-Achse: okzipito-nasale Achse durch den Kopf bzw. Körper, Z-Achse: kranio-kaudale Achse durch den Kopf bzw. Körper)...	25
Abbildung 7: Kopfbewegungen des Beifahrers (natürlich oder aktiv) in einer Linkskurve, GIF = gravito-inertial force (entspricht der Gravitation bzw. Trägheitskraft) (Wada et al., 2012).	26
Abbildung 8: Fragen im zweiten Teil des Fragebogens	32
Abbildung 9: Fragen im vierten Teil des Fragebogens (Beispiel Stadt). Im gleichen Stil wurde nach Situationen auf dem Land, der Autobahn und bei reduzierter Sicht gefragt.	34
Abbildung 10: Fragen im fünften Teil des Fragebogens.....	35
Abbildung 11: Fragen im sechsten Teil des Fragebogens	36
Abbildung 12: Altersverteilung der Probanden	38
Abbildung 13: Häufigkeit der auftretenden Symptome	40

Abbildung 14 a) - d): Die Häufigkeiten von Kinetose in unterschiedlichen Fahrsituationen in der Stadt, auf dem Land und auf der Autobahn, jeweils nach Sitzpositionen aufgeteilt. A) Fahrer, b) Beifahrer vorne, c) Beifahrer hinten, d) Beifahrer lesend.....	42
Abbildung 15: Häufigkeiten der Kinetose bei reduzierter Sicht. F = Fahrer, BF = Beifahrer, vo = vorne, hi = hinten auf dem Rücksitz.....	43
Abbildung 16: Hilfreiche Strategien bei Kinetose im Auto. o.ä. = oder Ähnliches, Brem. = Bremsen, Beschl.= Beschleunigen, verm. = vermeiden.....	44
Abbildung 17: Kinetose in anderen Fahrzeugen, Fahrgeschäften oder visuell induziert	45
Abbildung 18: Vergleich der Kinetosehäufigkeit zwischen Männern und Frauen am Beispiel der Fahrsituationen Stadt (Spurenwechsel), Land (Kurve Gebirge), Autobahn (Spurenwechsel).....	48
Abbildung 19: Anteil der Probanden, welcher in den beschriebenen Sitzpositionen ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Probleme mit Kinetose hat. Hier am Beispiel der Stadt.	49
Abbildung 20: Vergleich zwischen Bewegungen entlang der Y-Achse (häufiger Spurenwechsel) und der X-Achse (stop and go‘ beziehungsweise Bremsen und Beschleunigen), in Bezug auf Kinetosehäufigkeit abhängig von der Sitzposition. Die Prozentangaben beziehen sich dabei auf Probanden, die in diesen Situationen ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Kinetose-Symptome verspüren. F = Fahrer, BF vo = Beifahrer vorne, BF hi = Beifahrer hinten, BF lesend = Beifahrer mit Buch o.ä.	51
Abbildung 21: a) Antworten der ‚Kinetose kritischen‘ Probanden bei Frage 6 (Kinetose in anderen Fahrzeugen) b) Antworten der ‚Kinetose unkritischen‘ Probanden bei Frage 6 (Kinetose in anderen Fahrzeugen).	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Konflikttypen mit Beispielen in zwei Konfliktkategorien (modifiziert nach Koch et al., 2018; Reason, 1978; Schmä, 2013).....	19
Tabelle 2: Kinetosehäufigkeit in unterschiedlichen Fortbewegungsmitteln aus der Literatur.....	27
Tabelle 3: Symptomliste modifiziert nach Golding 2016 (Golding, 2016).....	33
Tabelle 4: Die sechs am meisten genannten Kinetose-Symptome und ihre Häufigkeit * = weiblich und männlich gleiche Häufigkeit, ** = signifikanter Unterschied in den Angaben zwischen den Geschlechtern nach Mann-Whitney-U-Test.....	47
Tabelle 5: Eckdaten der zwei Gruppen ‚Kinetose kritisch‘ und ‚Kinetose unkritisch‘.....	52

Zusammenfassung

Zusammenfassung (deutsch)

Einleitung: Kinetose beschreibt einen Zustand von Schwindel, Übelkeit und anderen überwiegend vegetativen Symptomen als Reaktion des Körpers auf einen Sinneskonflikt. Insbesondere in bewegungsintensiven Situationen, wie beim Autofahren, kann es zu Kinetose kommen. Die Entwicklungen hin zu autonom fahrenden Autos werden den Straßenverkehr revolutionieren. Durch diese Technologie wird aber vermutlich die Häufigkeit von Kinetose zunehmen. In dieser Arbeit soll die aktuelle Situation von Kinetose im Auto grundlegend analysiert und beschrieben werden, um technische Ansätze zur Vermeidung von Kinetose herauszuarbeiten.

Methodik: Ein Fragebogen mit drei inhaltlichen Schwerpunkten wurde von 500 Probanden (männlich $n = 261$, weiblich $n = 239$) ausgefüllt. Im ersten Teil wurde die allgemeine Erfahrung (Häufigkeit, auftretende Symptome...) des Probanden mit Kinetose beim Autofahren analysiert. Der zweite Teil erfragte Zusammenhänge mit autospezifischen Faktoren (Fahrsituationen, Sitzposition, Fahrstil...). Im dritten Teil wurden Vermeidungsstrategien und die Häufigkeit von Kinetose in anderen Fahrzeugen abgefragt.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 57,6% der Probanden als Kinetose kritisch eingestuft (Kinetose kritisch: jeder Proband, der bei Autofahrten ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Kinetosesymptome erfährt). Sie waren auch bei anderen Fortbewegungsmitteln (Flugzeug, Bus, Schiff...) anfälliger für Kinetose als die übrigen Probanden. Knapp jeder fünfte Proband (19%) gab an, wenigstens ‚selten‘ bei Autofahrten erbrechen zu müssen. Im Vergleich zu den Männern, gaben Frauen vermehrt an unter Kinetose zu leiden. Vor allem gastrointestinale Symptome (Magenprobleme, Übelkeit, o.ä.) wurden von ihnen signifikant häufiger ($p \leq 0,001$) angegeben. Zudem sind die weiblichen Probanden häufiger Beifahrer im Auto als die männlichen. 42% von ihnen sind ‚täglich‘ oder ‚1-3 mal pro Woche‘ Beifahrer, während es bei den Männern nur 24% sind. Es konnte zudem gezeigt werden, dass die Kinetosehäufigkeit vom Fahrersitz zum Beifahrersitz und vom Beifahrersitz hinten zum lesenden Beifahrer signifikant zunimmt ($p \leq 0,001$). In der Stadt wurde von den Probanden Spurenwechsel (Bewegungen entlang der Y-Achse) als unangenehmer empfunden als das Bremsen und Anfahren im stop-and-go Verkehr (Bewegungen entlang der X-Achse).

Bei höheren Geschwindigkeiten (z.B. Autobahnfahrten) empfinden sie bremsen und beschleunigen unangenehmer als den Spurenwechsel.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen deutlich, dass Kinetose beim Autofahren kein seltenes Problem darstellt. Es sind besonders all jene Personen betroffen, die das Fahrzeug nicht aktiv lenken. Beim autonomen Fahren wird der aktive Fahrer zum passiven Beifahrer. Es ist zu erwarten, dass sich Kinetosefälle im Straßenverkehr demnach häufen werden. Das Risiko von Kinetose kann möglicherweise durch ein angepasstes Design der Autos, die technische Ausstattung (z.B. Lüftung) und Programmierung der Software verringert werden.

Abstract (english)

Introduction: Motion sickness describes a state of dizziness, nausea and other predominantly vegetative symptoms as a reaction of the body to a sensory conflict. Motion sickness can occur, particularly in situations with high levels of movement, such as driving a car. The developments towards selfdriving cars will revolutionize road traffic. However, this technology is likely to increase the frequency of motion sickness. In this thesis, the current situation of motion sickness in the car is to be analyzed and described in order to work out technical approaches to avoid motion sickness.

Methods: A survey with three main topics was filled out by 500 subjects (male n = 261, female n = 239). In the first part, the general experience (frequency, occurring symptoms...) of the subjects with motion sickness while driving was analyzed. The second part inquired about connections with car-specific factors (driving situations, seating position, driving style...). In the third part, avoidance strategies and the frequency of motion sickness in other vehicles were worked out.

Results: A total of 57.6% of the subjects were classified as motion sickness critical (motion sickness critical: every subject who experiences 'often' or 'always' symptoms of motion sickness while driving). They were also more prone to motion sickness than the rest of the subjects when using other means of transport (airplane, bus, ship...). Almost every fifth subject (19%) stated that they had to vomit at least 'rarely' when driving in a car. Compared to men, women reported more suffering from motion sickness. Especially gastrointestinal symptoms (stomach problems, nausea...) were reported significantly more frequently ($p \leq 0.001$) by women than men. In addition, the female subjects are more often passengers in the car than the male. 42% of them are passengers 'daily' or '1-3 times a week', while the figure is only 24% for men. It could also be shown that the frequency of motion sickness increases significantly ($p \leq 0.001$) from the driver's seat to the front passenger seat and from the rear passenger seat to the passenger seat reading. In the city, the subjects found changing lanes (movements along the Y-axis) to be more uncomfortable than braking and starting in stop-and-go traffic (movements along the X-axis). At higher speeds (e.g. driving on the motorway), they find braking and accelerating more uncomfortable than changing lanes.

Conclusion: The results of this study clearly show that motion sickness is not an uncommon problem when driving a car. All those people who do not actively drive the vehicle are particularly affected. With selfdriving cars, the active driver becomes a passive passenger. It is to be expected that cases of motion sickness in road traffic will therefore increase. The risk of motion sickness can possibly be reduced, by adapting the design of the cars, the technical equipment (e.g. ventilation) and the programming of the software.

1. Einleitung

1.1 Fragestellung

Die Automobilindustrie entwickelt sich rasant weiter und forscht an immer moderneren und effizienteren Möglichkeiten der Fortbewegung. Bei vielen Herstellern ist der Trend hin zum autonomen Fahren bereits zu erkennen. So hat sich zwischen einigen Automarken ein Wettstreit entwickelt, wer zuerst ein voll-automatisches und kommerziell rentables Auto auf dem Markt präsentieren kann (Marr, 2018). Deutschlands größter Autobauer Volkswagen kündigte 2018 an, in den folgenden fünf Jahren 44 Milliarden Euro in Elektroautos, autonomes Fahren, Mobilitätsdienste und Digitalisierung zu investieren (Spiegel, 2018). Es ist nicht mehr nur Zukunftsmusik, dass Autos bald ohne aktiven Fahrer am Straßenverkehr teilnehmen werden. Projekte wie Waymo von Google machen dies besonders deutlich. Google forscht seit 2009 an autonom fahrenden Autos und kann erste Erfolge verzeichnen, wie beispielsweise vier Millionen gefahrene Meilen auf öffentlichen Straßen (Marr, 2018).

Das Interesse an der Entwicklung selbstfahrender Autos ist groß, da man sich von dieser Technologie viele Vorteile verspricht. Sicherere Straßen, weniger Stau, produktiv genutzte Zeit während der Fahrt, einen positiven Effekt auf die Umwelt durch optimalere Treibstoffnutzung und effektiv genutzter Platz auf den Straßen könnten einige dieser Vorteile sein (Diels und Bos, 2015). Für fortschrittliche Menschen ist es eine erstrebenswerte und faszinierende Vorstellung, Autofahrten künftig zum Arbeiten, Lesen oder für andere Beschäftigungen nutzen zu können, während sich das Auto selbstständig steuert. Bei dieser Entwicklung werden aber womöglich Bedenken der Nutzer hinsichtlich der Sicherheit im Allgemeinen und der Vergleichbarkeit technischer mit menschlicher Leistung im Speziellen nicht ausreichend bedacht. In den U.S.A., Großbritannien und Australien wurde diesbezüglich eine Umfrage gestartet, bei der in allen drei Ländern, aber vor allem den U.S.A., die Mehrheit der Befragten sehr große Bedenken gegenüber dem autonomen Fahren äußerten (Schoettle und Sivak, 2014). Bei der Entwicklung dieser Technik gilt es zudem all jene Menschen zu berücksichtigen, die unter Kinetose (Bewegungs- oder Reisekrankheit) leiden. Es wird vermutet, dass durch die Fortbewegung in selbstfahrenden Autos das Auftreten und die Stärke der Symptome von Kinetose begünstigt und verstärkt werden könnten (Diels und Bos, 2015).

Kinetose ist ein Symptomkomplex, welcher in unterschiedlichen Situationen, wie beispielsweise während Schifffahrten, Flügen aber auch während Fahrten über Land (Zug, Bus, Auto) auftreten kann (siehe Kapitel 1.3.3).

In der Literatur finden sich bereits viele Studien und Erkenntnisse bezüglich der Kinetose auf See, in der Luft und im Weltall. So beschäftigten sich Studien beispielsweise mit der Frage, ob die Lage der Schiffskabine von Passagieren Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Kinetose hat (Gahlinger, 2000). Es wurde auch untersucht, ob das Sehen bzw. das Verbinden von Augen Einfluss auf das Auftreten von Kinetose bei Passagieren eines Schiffes hat (Bos, MacKinnon and Patterson, 2005). Außerdem existieren spezielle Berichte von Astronauten, die über ihre Symptome während einer Weltraumreise berichten (Reschke, Wood and Clément, 2018). In Reviews zum Thema Kinetose wird beschrieben, was die Kinetose auslöst, wer darunter leidet und was man therapeutisch dagegen tun kann (Westhofen, 2010; Koch *et al.*, 2018). Wenn man sich jedoch ausschließlich auf die Problematik beim Autofahren fokussiert und im Hinblick auf autonomes Fahren recherchiert, ist die Datenlage deutlich geringer. So ergibt die Suche in der Literaturdatenbank der U.S. National Library of Medicine (PubMed.gov) mit dem Suchbegriff „motion sickness AND sea“ 157 Ergebnisse und mit dem Begriff „motion sickness AND space“ sogar 970 (Stand 23.10.2020). Der Suchbegriff „motion sickness AND car“ führt jedoch nur zu 57 Ergebnissen (Stand 23.10.2020).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Kinetose speziell in Bezug auf das Autofahren und bezieht sich dabei auf die persönlichen Erfahrungen der Bevölkerung. Mit Hilfe eines Fragebogens, der von zufällig ausgewählten Probanden ausgefüllt wird, sollen neue Erkenntnisse bzgl. der Zusammenhänge zwischen Kinetose und Vorerkrankungen, sowie Alter, Geschlecht und weiteren beeinflussenden Faktoren ermittelt werden. Ein weiteres Ziel ist es herauszufinden, ob es präventive Methoden beim Autofahren oder bevorzugte Sitzpositionen zur Vermeidung der Kinetose gibt. Außerdem soll ermittelt werden, welche Bewegungen bzw. Fahrsituationen bei Autofahrten vermieden werden sollten, um die Kinetosewahrscheinlichkeit möglichst gering zu halten. Diese Informationen können hinsichtlich der Konstruktion und Entwicklung autonomer Autos genutzt werden, um deren Bewegungsmuster und Fahrstil Passagier-freundlich zu programmieren.

1.2 Der Gleichgewichtssinn

Menschen befinden sich ständig in Bewegung, egal ob sie zu Fuß unterwegs sind oder sich in Fortbewegungsmitteln befinden. Sie können gehen, rennen, tanzen und viele weitere Bewegungsmuster vollziehen, ohne zu stürzen. Die korrekte und sichere Körperregulation während solcher Bewegungen und auch bei der simplen aufrechten Körperhaltung wird durch den Gleichgewichtssinn ermöglicht.

Die Hauptfunktionen dieses Sinnes sind die räumliche Orientierung, das Gleichgewicht halten (mit und ohne aktive Bewegung) und die Stabilisation unseres Blickes während Körperbewegungen durch den vestibulo-okulären-Reflex (Golding, 2006). Diese Mechanismen und Abläufe sind von ständig eintreffenden visuellen, vestibulären und propriozeptiven Informationen abhängig, welche zum zentralen Nervensystem (ZNS) geleitet und dort verarbeitet werden (Schmä, 2013) (Abbildung 1). Auf der Basis der multisensorischen Informationen über die momentane Körperhaltung und -bewegung wird anschließend eine adäquate Ansteuerung der Muskulatur des Bewegungsapparates ausgelöst, um eine stabile Körperhaltung zu garantieren.

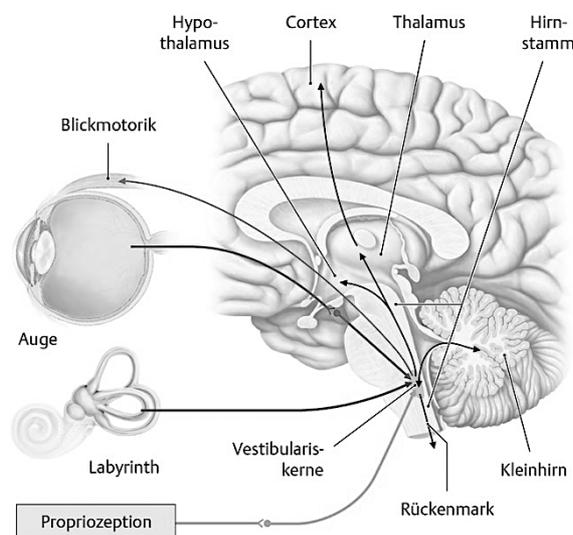


Abbildung 1: Beteiligte Strukturen des Gleichgewichtssinn (Schulte, Schumacher and Schünke, 2012)

Die propriozeptiven Afferenzen erhalten ihre Informationen von Somatosensoren aus dem gesamten muskuloskelettalen System (Scherer, 1997). Sie geben die Stellung des Kopfes zum Rumpf an und informieren über ausgeführte Bewegungen. Durch die Augen

werden Informationen über die Eigenbewegung und Bewegungen der Umgebung wahrgenommen und an das ZNS weitergeleitet und im Bereich des Hirnstammes mit dem Gleichgewichtssystem verschaltet (Koch *et al.*, 2018). Für die Registrierung und Kontrolle unserer eigenen Bewegungen in unserer Umwelt ist zudem das vestibuläre System wesentlich (Highstein, 2004).

1.2.1 Anatomie und Physiologie des vestibulären Systems

Das vestibuläre System kann in einen peripheren und einen zentralen Anteil definiert werden. Der periphere Anteil besteht aus den beidseitig angelegten Gleichgewichtsorganen. Zu dem zentralen Anteil zählt man die Nervi und Nuclei vestibulares, das Vestibulo-Cerebellum, sowie den vestibulären Cortex. Die Impulse des peripheren Systems werden mittels Afferenzen an den zentralen Teil weitergeleitet, dort gefiltert, bewertet und schließlich zu Efferenzen des motorischen Systems verarbeitet.

Die Abbildung 2a zeigt eines der beiden Gleichgewichtsorgane, die anatomisch zum Innenohr gehören und sich jeweils im Os temporale befinden. Das membranöse Labyrinth ist mit Endolymphe gefüllt und von Perilymphe umspült. Es befindet sich innerhalb des knöchernen Labyrinthes. Das Labyrinth setzt sich aus drei verschiedenen funktionellen Einheiten zusammen: der Cochlea (Hörorgan), dem Vorhof mit den Otolithenorganen und den Bogengängen (zusammen das Gleichgewichtsorgan) (Kingma und Janssen, 2013).

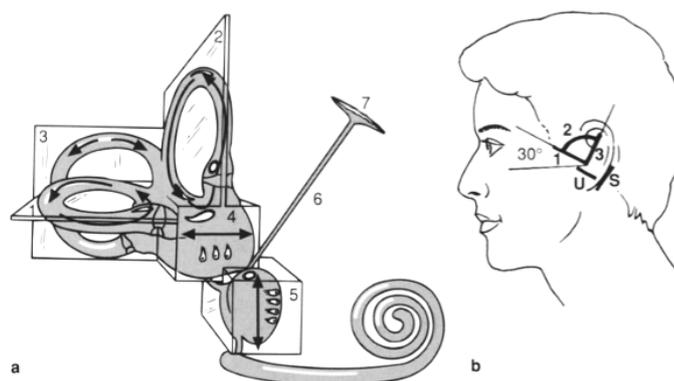


Abbildung 2: Das periphere vestibuläre System. a) Anordnung der Bogengänge und b) ihre Lage im Kopf. 1) Arbeitsebene des horizontalen Bogengangs, 2) Arbeitsebene des vorderen Bogengangs, 3) Arbeitsebene des hinteren Bogengangs, 4) Hauptelebene der Macula utriculi, 5) Hauptelebene der Macula sacculi, 6) Ductus endolymphaticus, 7) Saccus endolymphaticus. Wenn der Mensch aufrecht steht, bildet der horizontale Bogengang, sowie die Utriculi mit der Horizontalen einen nach vorne offenen Winkel von 30° (Scherer, 1997).

Drehbeschleunigungen (Winkelbeschleunigungen) des Kopfes werden von den drei Bogengängen registriert (Abbildung 3). Dabei handelt es sich um ringförmige, mit Endolymphe gefüllte Schläuche die orthogonal zueinander angeordnet sind. Sie weiten sich jeweils vor der Einmündung in den Utriculus zu einer Ampulle. Dort befindet sich die Crista ampullaris, eine hügelartige Struktur, in welcher sich Stütz- und Haarsinneszellen befinden. Jede Haarsinneszelle hat 60-80 Stereozilien und ein randständiges Kinozilium, die in die Kupula, eine azelluläre Membran, ragen (Basta, 2012). Die Kupula befindet sich zwischen der Crista ampullaris und dem Dach der Ampulle. Bei Drehbewegungen des Kopfes verursacht die Massenträgheit der Endolymphe einen Druck auf die Kupula, welche folglich ausgelenkt wird. Die Auslenkung zum Kinozilium hin führt zur Depolarisation der Sinneszelle, während die Auslenkung vom Kinozilium weg zur Hyperpolarisation führt. Das dabei gemessene elektrische Resultat entspricht der Beschleunigung der Kopfbewegung (Scherer, 1997). Bei linearen Beschleunigungen, wie beispielsweise der Schwerkraft, wird die Kupula nicht ausgelenkt, da die Endolymphe und sie die gleiche Dichte haben (Basta, 2012).

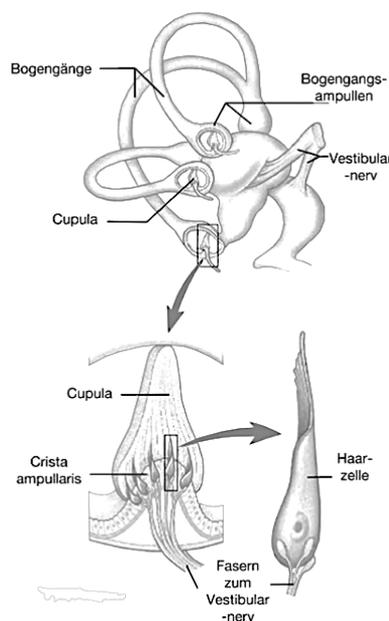


Abbildung 3: Bogengänge, Ampulle und einzelne Haarsinneszelle (Hinghofer-Szalkay, 2019)

Lineare Beschleunigungen werden von den beiden Otolithenorganen (Makulaorganen) dem Utriculus und Sacculus gemessen (Abbildung 4). Es handelt sich dabei um

Sinneszellansiedlungen (Maculae), welche sich im Vestibulum des Labyrinths befinden. Sie werden von einer Membran bedeckt, in deren netzartiger Struktur sich Kristalle (Otokonien/ Otolithen) befinden (Scherer, 1997).

Das Funktionsprinzip besteht dabei in der Wirkung linearer Beschleunigung (z.B. auch die Schwerkraft) auf frei bewegliche Medien unterschiedlicher Dichte. Durch die hohe Trägheit der Kristalle (2,7-fache Dichte im Vergleich zur umgebenden Lymphe) ist eine Verschiebung der Membran mit den Otolithen gegen die darunter liegenden Stereozilien möglich, was wiederum zur Depolarisation oder Hyperpolarisation der Sinneszellen führt (Basta, 2012). Der Utriculus („Vorhofsäckchen“; lat.: *utriculus* = der kleine Schlauch) verdankt seinen Namen seiner unregelmäßigen, länglichen Form und registriert sämtliche horizontale Beschleunigungen. Der Sacculus („Säckchen“; lat.: *sacculus* = das Säckchen) registriert entsprechend alle vertikalen Beschleunigungen beim aufrecht stehenden Menschen, wie beispielsweise auch die Schwerkraft (Basta, 2012; Schmäl, 2013).

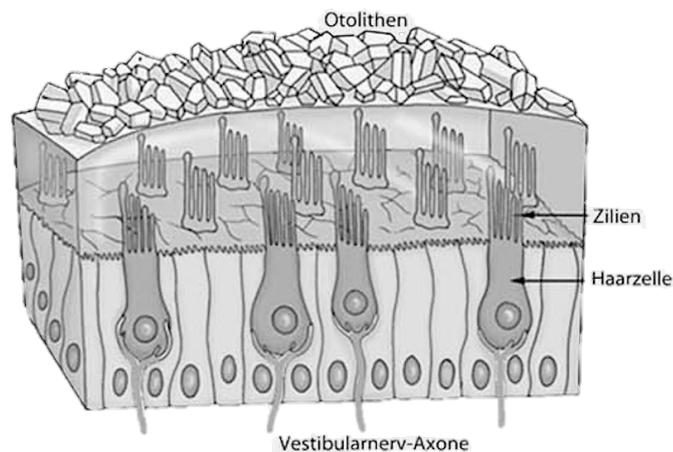


Abbildung 4: Schnitt durch ein Otolithenorgan (Utriculus und Sacculus) (Hinghofer-Szalkay, 2019)

Ein Großteil der Abläufe des vestibulären Systems geschieht unwillkürlich und der Mensch realisiert diese Vorgänge nicht. Er wird sich der Existenz dieses Systems erst bewusst, wenn es nicht mehr oder nicht richtig funktioniert oder es überfordert wird (Highstein, 2004).

1.3 Kinetose

1.3.1 Definition der Kinetose

Von Kinetose wird immer dann gesprochen, wenn ein sich in Bewegung befindender Organismus aufgrund von physiologischen Mechanismen an einer überwiegend vegetativen Symptomatik leidet (Waldfahrer, 2008).

Obwohl Synonyme wie Reisekrankheit oder Bewegungskrankheit im Volksmund oft benutzt werden, sollte man Kinetose nicht als eine Krankheit, sondern richtiger als eine natürliche Antwort auf eine unnatürliche Situation begreifen (Diels und Bos, 2015).

Die genannten Synonyme sind dennoch sehr geläufig, weil die Symptome häufig auf Reisen und immer als Reaktionen auf eine bestimmte Art von Bewegung auftreten. Ob sich der Betroffene dabei selbst in Bewegung befindet oder er nur den Eindruck hat sich zu bewegen, ist nicht entscheidend für die Entstehung von Kinetose. Laut Diels und Bos kann man Kinetose somit in zwei Gruppen einteilen (Diels und Bos, 2015). Zum einen gibt es die physikalisch ausgelöste Kinetose wie beispielsweise die Seekrankheit, die Kinetose im Auto, Flugzeug oder Weltall. Zum anderen die visuell ausgelöste Kinetose, wie die Kinetose im Kino oder Simulator. Da man sich bei den letzten Situationen nicht wirklich in Bewegung befindet, sondern die Kinetose allein durch visuelle Stimulation ausgelöst wird, wird hier auch von Pseudokinetose gesprochen (Schmäl und Stoll, 2000).

1.3.2 Ätiologie der Kinetose

Die verbreitetste Erklärung zur Entstehung einer Kinetose ist die „sensory conflict theory“, welche maßgeblich von Reason geprägt (Reason, 1978; Reason und Brand, 1975) und von ihm auch mit Hilfe des „mismatch models“ beschrieben wurde (Reason, 1978; Oman, 1990). Demnach können die in der Theorie umschriebenen Sinneskonflikte immer dann auftreten, wenn sich Informationen aus dem visuellen-, vestibulären- und somatosensiblen System widersprechen, oder wenn sie nicht mit den Erwartungen aus zuvor erlebten Situationen übereinstimmen („mismatch“) (Reason, 1978; Koch *et al.*, 2018). Auf das Autofahren bezogen können diese Konflikte wie in folgenden Beispielen aussehen.

Beispiel 1: Man schaut aus dem Seitenfenster eines vorwärtsfahrenden Autos. Das vestibuläre System signalisiert dem zentralen Nervensystem, dass der Körper sich der Fahrsituation entsprechend bei Kurven nach rechts und links, beim Beschleunigen nach

hinten und beim Bremsen nach vorne bewegt. Wenn die Fahrt in konstantem Tempo und ruhig verläuft, meldet das vestibuläre System, dass man sich nicht in Bewegung befindet, da es nur Beschleunigungen oder Veränderungen einer Beschleunigung wahrnehmen kann. Das visuelle System hingegen kann nicht zwischen der Eigenbewegung und beobachteten Bewegungen unterscheiden (Bertolini und Straumann, 2016). Es nimmt in dieser Situation wahr, dass die Landschaft vorbeizieht und schlussfolgert daraus, dass man sich erfahrungsgemäß vorwärts bewegt. Die Informationen des visuellen und vestibulären Systems über die Bewegung stimmen somit nicht immer überein, es kommt zum Konflikt.

Beispiel 2: Man sitzt in einem stehenden Zug und aus dem Fenster beobachtet man auf dem Nachbargleis einen anderen Zug losfahren. Das visuelle System nimmt die Bewegung wahr, das vestibuläre System registriert keine Bewegung. Aufgrund des visuellen Eingangs kommt es einem so vor, als würde man sich selbst in Bewegung befinden (man rollt gefühlt rückwärts). Das führt jedoch zum Konflikt, da die vestibuläre Information hierfür fehlt.

Beispiel 3: Man versucht beim Autofahren zu lesen. In dieser Situation kommt es zu einem Konflikt, da das vestibuläre System die Bewegungen des Autos realisiert, das visuelle System aber scheinbare Unbewegtheit meldet.

Diese Beispiele beschreiben Konflikte zwischen zwei Sinnessystemen. Es sind auch Sinneskonflikte möglich, wenn es sich um Informationen eines einzelnen Systems handelt. So können bestimmte Bewegungen dazu führen, dass es innerhalb des vestibulären Systems zu Widersprüchen kommt.

Reason hat sich mit der Konfliktthematik auseinandergesetzt und sie in zwei Kategorien unterteilt (Tabelle 1). Konflikte der Kategorie A finden zwischen dem visuellen und vestibulären System statt (der Konflikt entsteht zwischen unterschiedlichen Sinnesmodalitäten) und Konflikte der Kategorie B finden zwischen den Bogengängen und Otolithenorganen statt (der Konflikt entsteht innerhalb derselben Sinnesmodalität). Er beschreibt weiter, dass es sowohl zu der einen Konfliktkategorie als auch zu der anderen durch drei verschiedene Konflikttypen kommen kann.

- Konflikttyp I: Die jeweiligen Sinneseindrücke widersprechen sich. ($X \neq Y$)
- Konflikttyp II: Ein Sinneseindruck des visuellen Systems (bzw. der Bogengänge) wird aufgrund von ausbleibendem Signal des vestibulären Systems (bzw. der Otolithenorgane) nicht bestätigt. ($X+ Y-$)
- Konflikttyp III: Ein Sinneseindruck des vestibulären Systems (bzw. der Otolithenorgane) wird aufgrund von ausbleibendem Signal des visuellen Systems (bzw. der Bogengänge) nicht bestätigt. ($Y+ X-$)

Tabelle 1: Konflikttypen mit Beispielen in zwei Konfliktkategorien (modifiziert nach Koch et al., 2018; Reason, 1978; Schmääl, 2013)

Konflikttyp	Kategorie A:	Kategorie B:
	Visuell (X_A) - vestibulär (Y_A)	Bogengänge (X_B) - Otolithenorgane (Y_B)
Typ I: $X \neq Y$	IA: - aus dem Seitenfenster eines fahrenden Autos schauen - Wellen über die Seite eines Schiffs beobachten	IB: - Rotation auf einem Drehstuhl und dabei mit dem Kopf nicken: sog. ‚Coriolisreaktion‘ (Kopfbewegungen um eine Achse, die von Körperdrehachse abweicht)
Typ II: $X+ Y-$	IIA: - sogenannte ‚Pseudokinetose‘ - Filmdarstellung einer Fahrt oder eines Fluges mit Linear- und Drehbeschleunigung in einem stationären Simulator oder Kino (auch 3D Kino)	IIB: - kalorischer Nystagmus - alkoholbedingter Nystagmus - Kopfbewegung in Schwerelosigkeit (Kinetose im Weltall)
Typ III: $Y+ X-$	IIIA: - Lesen eines Buches im Auto - in einem geschlossenen Fahrzeug fahren, ohne nach draußen schauen zu können	IIIB: - vertikale Schwingung mit niedriger Frequenz ($< 0,5$ Hz) - Rotation mit gleichbleibender Geschwindigkeit um die horizontal ausgerichtete Körperlängsachse

Bei allen sechs Konflikten ist das vestibuläre System auf irgendeine Art beteiligt. Dies verdeutlicht, welche wichtige Rolle das vestibuläre System bei der „sensory conflict theory“ spielt. Es erklärt zudem auch, weshalb Menschen mit beidseitigem Ausfall des Vestibularorgans Kinetose resistent sind (Cheung, Howard and Money, 1991; Paillard *et al.*, 2013). Diese Resistenz wurde von Sjöberg anhand von Tierexperimenten belegt (Sjöberg, 1970). Nach einer Labyrinthektomie bei Hunden konnte nachgewiesen werden, dass diese Tiere nicht mehr Kinetose anfällig waren.

Derzeit ist die genaue Ursache für die Entstehung der Kinetose noch nicht bekannt, jedoch wird vermutet, dass die Auslöser eher die Otolithenorgane sind als die Bogengänge. Bei einer Studie über die Seekrankheit wurde beispielsweise herausgefunden, dass, im Gegensatz zu linearen Beschleunigungen auf einem Schiff, Winkelbeschleunigungen nur in extremen Fällen zu Kinetose führen (Sjöberg, 1970). Das würde die wichtige Rolle der Otolithen bei der Entstehung von Kinetose unterstreichen. Eine weitere Theorie lautet, dass eine Gewichtsdivergenz zwischen den Otolithen im linken und rechten Innenohr für die Kinetoseempfindlichkeit verantwortlich sein könnte. Dies wurde zumindest im Fall von Fischen bereits experimentell belegt und lässt vermuten, dass möglicherweise auch beim Menschen hier ein Grund der Kinetose vorliegen könnte (Scherer, 2014).

1.3.3 Symptome der Kinetose

Die Symptome der Kinetose können individuell unterschiedlich in Form und Ausprägung sein. Die Bekanntesten sind vegetative Erscheinungen, wie Schwindel, Übelkeit und Erbrechen. Es gibt aber noch weitere Kinetose relevante Symptome wie beispielsweise Schwitzen (manchmal auch als „kaltes Schwitzen“ bezeichnet), erhöhter Speichelfluss, erhöhte Körpertemperatur, Benommenheit, Kopfweg, Verlust des Appetits und Empfindlichkeit gegenüber Gerüchen (Golding, 2016).

Symptome wie Gähnen, Schläfrigkeit, das Ablehnen von physischer oder mentaler Arbeit und Desinteresse an Gruppenarbeiten, auch als „Sopite-Syndrome“ bezeichnet (Graybiel und Knepton, 1976), werden vom Betroffenen oft nicht bewusst als Symptome wahrgenommen.

Das Verständnis darüber, dass bei stark ausgeprägter Kinetose Erbrechen ausgelöst wird, leitet sich von der Anatomie des Hirnstammes ab. Dort befindet sich ein funktionell zusammenhängendes Netzwerk aus Kerngebieten, welches auch als „Breachzentrum“ bekannt ist. Die zentrale „Schaltstation“ davon, der Nucleus tractus solitarii, erhält Afferenzen aus den Vestibulariskernen, dem Gastrointestinaltrakt, der Area postrema und aus anderen Kernen der Formatio reticularis. Reize, wie Giftstoffe im Blut (Alkohol oder ähnliches) oder eine Magen-Darm-Erkrankung, können ebenso wie die oben erwähnten Sinneskonflikte über das Brechzentrum die benachbarten Hirnregionen aktivieren, wodurch es schließlich zum Ablauf des Erbrechens kommt (Koch *et al.*, 2018).

1.3.4 Prädispositionen der Kinetose

Wer unter den meist unangenehmen Symptomen der Kinetose am ehesten leidet, kann nicht eindeutig vorhergesagt werden. Einige Zusammenhänge werden jedoch vermutet. So finden sich in der Literatur Hinweise, dass die Kinetose-Wahrscheinlichkeit mit dem Alter zusammenhängt (Reason und Brand, 1975). In einer Studie bzgl. Reisen mit dem Bus wurde festgestellt, dass Fälle von Kinetose im Alter von neun bis zwölf Jahren am häufigsten sind und dann mit zunehmendem Alter seltener werden (Turner und Griffin, 1999a). Aufgrund geringer Datenmengen ist bisher noch unklar, wie sich die Häufigkeit mit zunehmendem Alter genau entwickelt (Paillard *et al.*, 2013). Einige Studien und Umfragen ergaben des Weiteren, dass Frauen anfälliger für Kinetose sind als Männer (Lawther und Griffin, 1988; Turner und Griffin, 1999a). Abgesehen vom Alter und Geschlecht können noch andere Kriterien die Wahrscheinlichkeit von Kinetose beeinflussen. So wird beispielsweise behauptet, dass Menschen, die physischen und sportlichen Aktivitäten nachgehen, weniger anfällig für Kinetose seien (Caillet *et al.*, 2006). Die Sitzposition im Auto scheint ebenfalls relevant. All jene sind somit seltener betroffen, die vorne aus dem Fenster schauen können oder sogar selbst am Steuer sitzen und die Kontrolle über ihre eigenen Bewegungen haben (Diels und Bos, 2015; Griffin und Newman, 2004; Rolnick und Lubow, 1991; Turner und Griffin, 1999a, 1999b). Vermutlich hängt die niedrigere Anfälligkeit des Fahrers damit zusammen, dass die optische und vestibuläre Wahrnehmung immer übereinstimmt. Man ist auf plötzliche Bewegungen besser vorbereitet, da man den Straßenverkehr und das Geschehen gut sehen kann.

1.3.5 Therapie der Kinetose

Es gibt mehrere Möglichkeiten die Symptome zu mildern oder ihnen vorzubeugen. Die verschiedenen Therapieoptionen der Kinetosebeschwerden können in nicht-pharmakologische und pharmakologische Maßnahmen eingeteilt werden.

Nicht-pharmakologische Therapiemöglichkeiten:

Zu den nicht-pharmakologischen Therapiemöglichkeiten zählt beispielsweise eine optimale Sitzplatzwahl während der Reise. Im Flugzeug ist ein Gangplatz auf Höhe der Tragflächen, im Zug ein Fensterplatz in Fahrtrichtung und im Reisebus ein Sitzplatz möglichst

weit vorne mit Sicht auf die Straße ideal. Im Auto wird empfohlen, vorne zu sitzen und den Blick in die Ferne zu richten oder wenn möglich selbst zu fahren (Flörchinger, 2012). Da, wie in Kapitel 1.3.2 erwähnt, meistens ein „mismatch“ bzw. Konflikt von Sinneseindrücken Grund für die Kinetose ist, gilt es als vorteilhaft, diesem Konflikt entgegen zu wirken. Bei Übelkeit auf dem Schiff ist es daher hilfreich, an Deck zu gehen und auf den Horizont zu schauen. Der gerade Horizont hilft, einen Bezug zwischen den visuellen Eindrücken des schwankenden Schiffs und der Wellen, sowie den vestibulären Eindrücken herzustellen. Rolnick und Bles berichteten, dass bereits durch ein Fenster oder einen künstlich simulierten Horizont in einer Schiffskabine die Symptome der Kinetose verringert werden können (Rolnick und Bles, 1989). Es wird noch diskutiert, ob der visuell-vestibuläre Konflikt auch durch das Minimieren oder komplette Ausschalten von visuellen Sinneseindrücken verringert werden könnte. Einige Studien scheinen dies bereits zu belegen. So wurden bei einem Versuch im Flugsimulator Probanden mit „Blackout-Brillen“ und geschlossenen Augen seltener bewegungskrank als die Vergleichsgruppe (Ishak, Bubka and Bonato, 2018). In einem anderen Experiment stellten Bos et al. mit einem Schiff-Simulator bei den Probanden mit verbundenen Augen ebenfalls die geringsten Symptome fest (Bos, MacKinnon and Patterson, 2005). Was gegen diese Schlussfolgerung spricht, ist die Tatsache, dass auch blinde Menschen unter Kinetose leiden können (Graybiel, 1970). Das lässt vermuten, dass visuelle Sinneseindrücke nicht essenziell für das Entstehen von Kinetose sind, beziehungsweise ihre Rolle dabei jedenfalls deutlich weniger wichtig ist, als die des Gleichgewichtorgans (Graybiel, 1970).

Weitere nicht-pharmakologische Maßnahmen sind das Vermeiden von Alkohol und Nikotin, sowie das Essen von leichter, fettarmer und kohlenhydratreicher Nahrung (Flörchinger, 2012). Es wurde außerdem festgestellt, dass durch viel Bewegung der Histaminspiegel im Blut steigt und dies zu Kinetose führen kann, weshalb auch histaminarme Nahrung von Vorteil zu sein scheint (Jarisch, 2009). Flörchinger rät zudem in der Nacht zu reisen, da das Gleichgewichtssystem im Schlaf weniger aktiv ist und es so nicht zur Kinetose kommt (Flörchinger, 2012). Ob neue Therapieansätze, wie beispielsweise Akupressur- oder Akupunkturarmbänder sowie Brillen, die Horizontinformationen bereitstellen, tatsächlich bei Kinetose helfen können, wird noch konträr diskutiert (Krueger, 2011; Miller und Muth, 2004; Stern et al., 2001).

Pharmakologische Therapiemöglichkeiten:

Die gängigsten Medikamente speziell gegen Reiseübelkeit lassen sich in drei Gruppen einteilen: die Anticholinergika (z.B. Skopolamin), die H1-Antihistaminika (z.B. Dimenhydrinat) und die Sympathomimetika (z.B. Amphetamine) (Golding, 2006). Trotz der guten Wirkung einiger dieser Medikamente sollten zwei Dinge beachtet werden:

I) Da die Entleerungszeit des Magens während der Kinetose verzögert ist (Wood *et al.*, 1987), sollten oral angewandte Medikamente schon vor der Bewegung und somit vor dem Einsetzen der ersten Symptome eingenommen werden (Golding, 2006). Nur so können sie gut vom Organismus aufgenommen werden und ihre Wirkung entfalten.

II) Es ist außerdem zu beachten, dass bei einigen der Medikamente Nebenwirkungen wie Müdigkeit, Reaktionsverlangsamung oder Koordinations- und Konzentrationsstörungen auftreten können (Koch *et al.*, 2018).

Mögliche antiemetische Phytopharmaka, wie zum Beispiel die Ingwerwurzel oder das aus der Kletterpflanze ‚Anamirta Cocculus‘ gewonnene Pikrotoxin zeigten zwar bei der Behandlung des Morbus Menière (einer anfallartigen Schwindelerkrankung), bei der Therapie der Hyperemesis gravidarum sowie bei Übelkeit durch Chemotherapeutika gute Wirkung. Diese Wirksamkeit konnte im Falle der Kinetosebeschwerden jedoch nicht reproduziert werden (Scherer, 1997; White, 2007; Flörchinger, 2012; Zhang *et al.*, 2015; Ansari *et al.*, 2016).

Bei den Arzneistoffen Ondansetron und Granisetron, die gegen Übelkeit im Zuge einer Chemotherapie eingesetzt werden, zeigte sich ebenfalls, dass diese nicht gegen die Übelkeit der Kinetose helfen (Levine *et al.*, 2000).

1.4 Kinetose beim Autofahren

Kinetose ist ein bekanntes und häufiges Phänomen. Die Ergebnisse einer Studie von Turner und Griffin zeigten, dass über die Hälfte der 3256 befragten Probanden schon mal Kinetose erfahren haben und dafür anfällig zu sein scheinen (Turner und Griffin, 1999a). Der Großteil (37,3%) dieser kinetoseanfälligen Probanden gab des Weiteren an, speziell beim Autofahren Probleme zu haben. Reason und Brand stellten fest, dass ca. zwei Drittel aller Menschen bereits Kinetose beim Autofahren erfahren hatten und sich die Hälfte von ihnen sogar übergeben musste (Reason und Brand, 1975). Die Tatsache, dass in

Deutschland Anfang 2019 rund 47,1 Millionen PKWs gemeldet waren (Kraftfahrt Bundesamt, 2019) und somit statistisch gesehen fast zwei Drittel aller Erwachsenen ein Auto besitzt, macht es relevant zu klären, wie es beim Autofahren zu einer Kinetose kommen kann.

Während der Fahrt, kann sich ein Auto auf sechs verschiedene Arten bewegen. Häufig finden diese Bewegungen nicht einzeln, sondern in Kombinationen statt. Zur Beschreibung dieser Bewegungen empfiehlt es sich, drei Achsen des Fahrzeuges (Auto oder Bus) zu definieren (Abbildung 5). Die Längsachse wird durch die X-Achse beschrieben, die Querachse durch die Y-Achse und die Vertikalachse durch die Z-Achse. Drei der sechs Bewegungen entstehen durch Translation entlang dieser Achsen (X-Achse: vor und zurück, Y-Achse: nach links und rechts, Z-Achse: hoch und runter). Die anderen drei entstehen durch Rotation um eben jene Achsen (X-Achse: Rollen, Y-Achse: Nicken, Z-Achse: Gieren) (Turner und Griffin, 1999c).

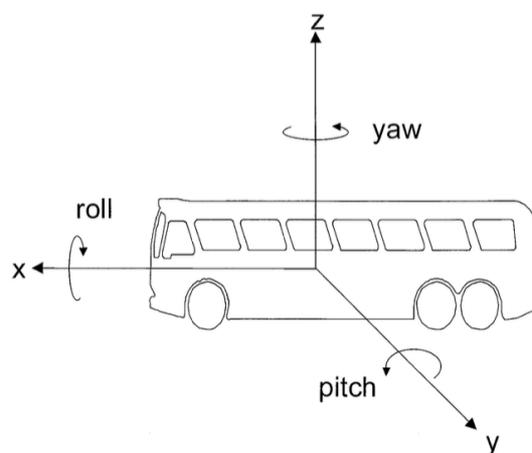


Abbildung 5: Die drei rotatorischen Bewegungen eines Fahrzeuges (Bus oder PKW) entlang der Fahrzeugachsen. X-Achse $\hat{=}$ Längsachse, Y-Achse $\hat{=}$ Querachse, Z-Achse $\hat{=}$ Vertikalachse, Roll = Rollen, Pitch = Nicken, Yaw = Gieren (Turner und Griffin, 1999c).

Das menschliche vestibuläre System kann diese sechs Bewegungen erkennen und unterscheiden. Beim Autofahren stimmt die daraus resultierende Information aber oftmals nicht mit der visuellen Wahrnehmung überein, es kommt zu Sinneskonflikten (siehe Kapitel 1.3.2) und im Weiteren zur Kinetose.

Es gibt bereits einige Studien, die untersuchten, welche der sechs Bewegungen besonders starken Einfluss auf die Entstehung der Kinetose haben. So fanden Golding und

Kerguelen durch Laborversuche heraus, dass bei einer aufrechten Sitzposition horizontale Bewegungen (vor und zurück) schneller zu Kinetose führen als vertikale Bewegungen (hoch und runter) (Golding et al., 1995; Golding und Kerguelen, 1992). Umgekehrt führen bei einer liegenden Position vertikale Bewegungen eher zu Kinetose als horizontale. Sie sahen eine Relevanz darin, ob die Bewegung durch die X- oder Z-Achse des menschlichen Körpers geht (Definition dieser Achsen, Abbildung 6) und stellten fest, dass insbesondere Bewegungen entlang der X-Achse zu Kinetose führen.

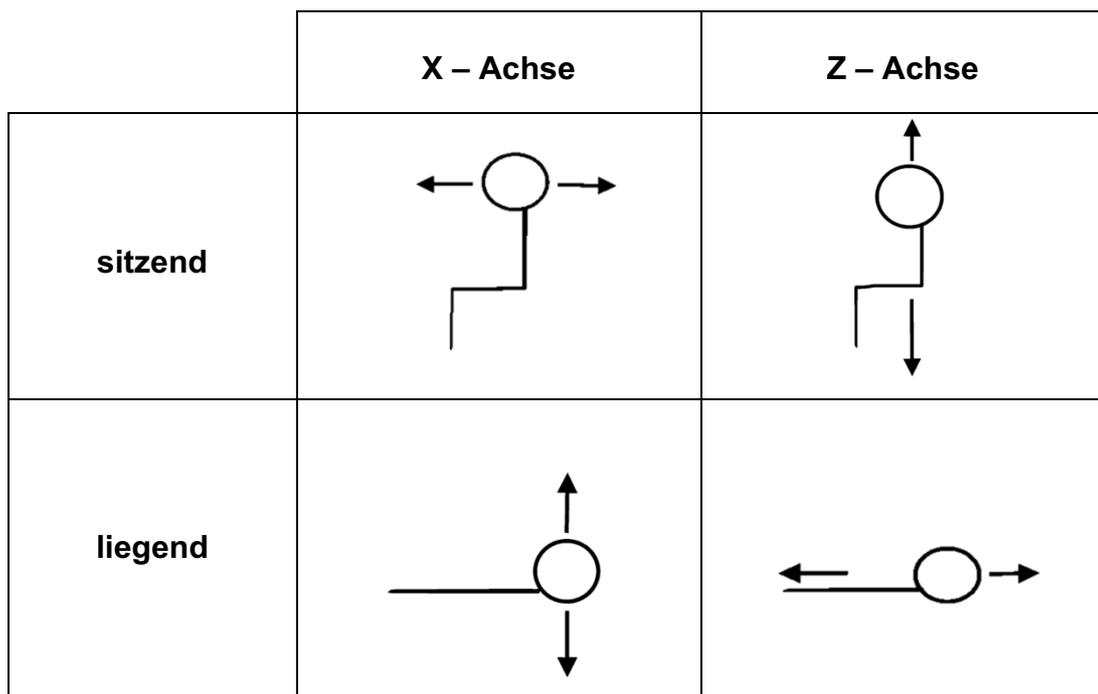


Abbildung 6: Vertikale und horizontale Bewegungen eines sitzenden oder liegenden Körpers, jeweils in Richtung der X- und Z-Achse (X-Achse: okzipito-nasale Achse durch den Kopf bzw. Körper, Z-Achse: kranio-kaudale Achse durch den Kopf bzw. Körper).

Andere Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen Bewegung und Kinetose auch außerhalb des Labors. Vogel setzte beispielsweise Probanden in einem Auto in unterschiedlichen Sitz- bzw. Liegepositionen aufeinanderfolgenden Bremsmanövern aus und fand so heraus, dass negative Beschleunigung entlang der Horizontale, also das Bremsen mit dem Auto, Kinetose effektiv provozieren kann (Vogel, Kohlhaas and von Baumgarten, 1982).

Turner und Griffin führten ein gutes Jahrzehnt später eine groß angelegte Studie durch, bei der während 56 Busreisen die exakten Bewegungen und Beschleunigungen der jeweiligen Busse gemessen wurden und anschließend mit den zeitgleich ausgefüllten

Fragebögen der insgesamt 3256 Mitreisenden verglichen wurden (Turner und Griffin, 1999c). Ihre Ergebnisse ergaben, dass bei Busreisen die Bewegungen nach links und rechts, die Vor- und Zurück-Bewegungen, sowie das Gieren des Busses eine positive Korrelation mit dem Unwohlsein der Reisenden haben. Es ergab sich keine Korrelation zwischen dem Unwohlsein und den anderen drei Bewegungen (hoch und runter, Rollen, Nicken).

Wada untersuchte in einem Experiment, ob die aktive Kopfbewegung von Beifahrern entgegen der Zentrifugalkraft in Kurven gegen Kinetose helfen könnte (Wada *et al.*, 2012). Er stützte seine Hypothese auf die Feststellung, dass Beifahrer häufiger von Kinetose betroffen sind als Fahrer und sich ihre Kopfbewegungen in Kurven unterscheiden. Der Fahrer lehnt seinen Kopf der Zentrifugalkraft entgegen und der Beifahrer geht „natürlicherweise“ mit ihr mit (Abbildung 7). Die Beifahrer wiesen tatsächlich weniger Symptome auf, wenn sie ihre Kopfbewegung aktiv entgegen der Zentrifugalkraft richteten.

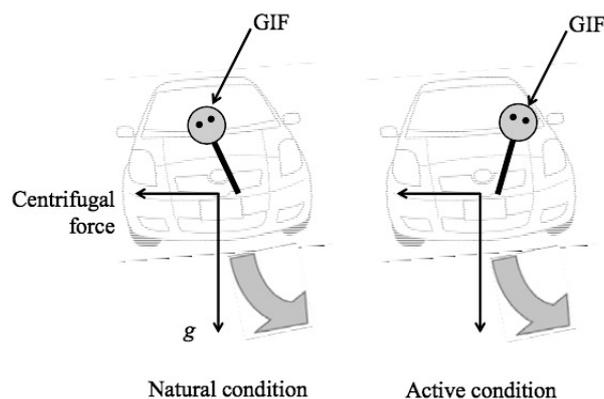


Abbildung 7: Kopfbewegungen des Beifahrers (natürlich oder aktiv) in einer Linkskurve, GIF = gravito-inertial force (entspricht der Gravitation bzw. Trägheitskraft) (Wada *et al.*, 2012).

Da die sechs Bewegungen entlang und um die Achsen meistens oszillierend auftreten, kann man sie auch mit Hilfe von Frequenzen beschreiben. Dabei ist aufgefallen, dass es insbesondere im niedrigen Frequenzbereich ($< 0,5$ Hz) zur Kinetose Symptomatik kommen kann. O’Hanlon und McCauley setzten 306 Probanden vertikalen Bewegungen aus, mit jeweils unterschiedlichen Frequenzen zwischen 0,083 Hz und 0,5 Hz und stellten fest, dass in dem Bereich um 0,2 Hz das Auftreten von Übelkeit am häufigsten war (O’Hanlon und McCauley, 1974). Golding *et al.* beschäftigten sich mit horizontalen Bewegungen und

konnten auch hier zeigen, dass Probanden im niedrigen Frequenzbereich (0,205 Hz) schneller Kinetosebeschwerden bekommen als im Höheren (Golding, Phil and Markey, 1996). Frequenzen über 0,5 Hz scheinen für den Menschen erträglicher zu sein (Kennedy et al., 1971; O’Hanlon und McCauley, 1974).

Jedes Fortbewegungsmittel hat ganz spezielle Bewegungsmuster. Da die Bewegungen in ihren Frequenzen, Beschleunigungen und Richtungen so unterschiedlich sind, ist es nachvollziehbar, dass es in einigen Fortbewegungsmitteln häufiger zu Kinetose kommt als in anderen. Auf dem Schiff wird Menschen beispielsweise deutlich häufiger schlecht als im Zug, weil die Bewegungen eines Zuges mit einer um ca. 1 m/s² geringeren Beschleunigung stattfinden als die eines Schiffes (Sjöberg, 1970). In Tabelle 2 sind Häufigkeiten nach Fortbewegungsmitteln aufgelistet.

Tabelle 2: Kinetosehäufigkeiten in unterschiedlichen Fortbewegungsmitteln aus der Literatur.

	Weltraum	Auto	Schiff	Flug	Zug
Häufigkeit	67% (beim ersten Flug; mit der Erfahrung des Astronauten nimmt dieser Wert ab)	66% (bzw. 2/3 aller Menschen)	25-30%	0,5-1%	0,13% (5%-30% in Neigezügen)
Literatur	<i>Davis et al., 1988</i>	<i>Reason und Brand, 1975</i>	<i>Hegemann, 2010</i>	<i>Hegemann, 2010</i>	<i>Hegemann, 2010; Neimer et al., 2001</i>

1.5 Hypothesen

In dieser Arbeit sollen folgende Hypothesen untersucht werden:

1. Einfluss des Geschlechts

In der Literatur gelten Frauen anfälliger für Kinetose als Männer (Lawther und Griffin, 1988; Turner und Griffin, 1999a). Es wird daher angenommen, dass es bei der Umfrage zu Unterschieden zwischen den Antworten von Frauen und Männern bzgl. der Häufigkeit von auftretenden Symptomen und der Anfälligkeit für Kinetose im Auto kommen wird.

2. Einfluss der Sitzposition

Kinetose ist weniger häufig, wenn man selbst am Steuer sitzt und somit eine gute Sicht und die Kontrolle über die Bewegungen hat (Rolnick und Lubow, 1991; Wada et al., 2012). Es wird erwartet, dass die Kinetosehäufigkeit vom Fahrersitz, zum Beifahrersitz sowie zum Beifahrer auf der Rückbank zunimmt.

3. Einfluss der Bewegungsrichtung

In Anlehnung an bereits bestehende Studien (Golding et al., 1995; Turner und Griffin, 1999c; Vogel et al., 1982) wird vermutet, dass die Kinetoseentstehung von der Richtung der auf den Körper wirkenden Bewegungen abhängt. Seitwärts Bewegungen (entlang der Y-Achse) scheinen dabei besonders Kinetose-provozierend zu sein (Turner and Griffin, 1999c). Es wird angenommen, dass die Probanden vorallem beim häufigen Spurwechsel Probleme mit Kinetose haben, im Vergleich zum stop-and-go Verkehr in der Stadt, bzw. Bremsen und Beschleunigen auf der Autobahn.

4. Zusammenhang zu Kinetose anderer Art

Menschen mit bestimmten Prädispositionen (Alter, Geschlecht, Migräne, ...) sind besonders anfällig für Kinetose (Turner und Griffin, 1999a; Wang und Lewis, 2016). Es wird daher erwartet, dass all jene Probanden, welche beim Autofahren häufig an Kinetose leiden, auch in anderen Fortbewegungsmitteln oder in Situationen, wie dem 3D-Kino, dieses Problem haben.

2. Material und Methoden

2.1 Probanden

2.1.1 Einwilligungserklärung

Vor der Durchführung der Umfrage wurde ein Ethikvotum bei der Ethikkommission beantragt und bewilligt (EA4/210/17) (Anhang I). Alle Probanden wurden mündlich über den Hintergrund der Umfrage aufgeklärt, erhielten ein Informationsblatt (Anhang II) und hatten ausreichend Zeit, aufkommende Fragen zu stellen. Sie willigten mit einer schriftlichen Erklärung (Anhang III) in die Auswertung ihrer pseudonymisierten Daten ein und stimmten der Veröffentlichung der Studienergebnisse in anonymer Form einer Gruppendarstellung zu. Diese personifizierte Einwilligungserklärung und der anonyme Fragebogen eines Teilnehmers wurden mit der gleichen fortlaufenden Nummer versehen und anschließend separat voneinander archiviert, um die Pseudonymisierung zu gewährleisten. Alle Probanden waren sich zudem ihres Rechts bewusst, jederzeit ohne Angabe von Gründen von der Studie zurücktreten und das Löschen ihrer Daten verlangen zu können. Hiervon hat kein Proband Gebrauch gemacht.

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Ergebnisse der Umfrage sollen die breite Masse der Bevölkerung darstellen. Es musste daher bei der Probandenrekrutierung lediglich auf zwei Ausschlusskriterien geachtet werden. Zum einen wurde auf ausreichende Deutschkenntnisse geachtet, da das Informationsblatt, die Einwilligungserklärung sowie der Fragebogen nur in deutscher Version vorlagen. Falls es dennoch zu sprachlichen Unklarheiten kam, wurden die jeweiligen Fragen von der Doktorandin mündlich ins Englische übersetzt und erklärt. Zum anderen wurde auf ein Mindestalter von 18 Jahren geachtet. Jüngere Teilnehmer wurden aus zwei Gründen nicht mit einbezogen. Erstens ist Kinetose in jungen Jahren laut der Literatur überdurchschnittlich häufiger (Reason und Brand, 1975; Turner und Griffin, 1999) und zweitens können Minderjährige, aufgrund fehlender Fahrpraxis als Fahrer, die im Fragebogen gestellten Fragen zum Befinden als ‚Fahrer‘ nicht ausreichend beantworten. Diese beiden Tatsachen hätten eventuell zur Folge gehabt, dass Probanden unter 18 Jahren die Ergebnisse der Studie verfälscht hätten.

2.1.3 Probandenrekrutierung

Zu Beginn der Umfrage wurden Fragebögen, Einwilligungserklärungen und die Informationsschreiben im Wartezimmer der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde des Campus Benjamin Franklin (CBF) der Charité Universitätsmedizin in Berlin ausgelegt. Des Weiteren erfolgte eine aktive (persönliche) Rekrutierung von Probanden durch direkte und persönliche Ansprache. Sie wurden über die Umfrage aufgeklärt und konnten der Teilnahme danach freiwillig zustimmen oder sie ablehnen.

Die Probandenkohorte wurde zum Großteil auf dem Gelände des Campus Benjamin Franklin der Charité befragt und bestand aus Patienten, Studenten, Angestellten als auch Besuchern. Die Fragebögen wurde fast ausschließlich in allgemeinen Aufenthaltsräumen wie der Eingangshalle und der Notaufnahme verteilt, um nicht überdurchschnittlich viele Probanden mit Beeinträchtigungen des Gleichgewichtssystem oder einer Schwindelsymptomatik zu befragen. Es wurde darauf geachtet, Freiwillige aller Altersgruppen (mindestens 18 Jahre) zu befragen und die Fragebögen an möglichst gleich viele Männer wie Frauen zu verteilen. Falls es notwendig war, wurde den Probanden beim Ausfüllen des Fragebogens geholfen. Dies kam nur vereinzelt bei älteren Probanden vor, welche die Fragen aufgrund der Schriftgröße nicht lesen konnten oder bei solchen, die wegen Verletzungen oder fehlender Lesehilfe, den Fragebogen nicht selbstständig ausfüllen konnten. Aufgrund der Kooperation in dem Forschungsprojekt mit dem Fachgebiet Kraftfahrzeuge der Technische Universität Berlin wurden die Fragebögen auch dort von Studenten ausgefüllt. Es wurde auch im Familien- und Bekanntenkreis der Doktorandin und der beteiligten Ärzte darum gebeten, an der Umfrage teilzunehmen. Durch die geographische und soziopolitische Durchmischung der Probanden konnte eine heterogene Kohorte erreicht werden. Insgesamt wurden 500 Fragebögen ausgefüllt und ausgewertet.

2.2 Fragebogen

2.2.1 Aufbau und Umfang

Der Fragebogen bestand aus vier DIN A4 Seiten mit Fragen, die durch Ankreuzen zu beantworten waren. Bei vier Fragen war es zudem möglich, handschriftlich eine individuelle Antwort anzugeben. Der Fragebogen war in sechs Teile unterteilt. In der ursprünglichen Fassung des Fragebogens wurde der Proband zuerst nach einer generellen Kinetoseneigung befragt und anschließend nach der Kinetose speziell auf das Auto bezogen. Es fiel auf, dass sich einige Probanden erst bei den aufs Auto bezogenen Fragen ihrer Kinetoseneigung bewusst wurden. Die Reihenfolge der Fragen wurde nach zirka 150 Probanden angepasst, um den Probanden das Ausfüllen zu erleichtern. Die einzelnen Fragen blieben dabei unverändert. Die zum Verständnis wesentlichen Ausschnitte des Fragebogens werden im Folgenden dargestellt. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang einzusehen (Anhang IV).

Fragebogen Teil 1: Persönliche Angaben

Im ersten Abschnitt wurde sowohl das Alter als auch das Geschlecht der Probanden erfragt. So konnten die Antworten der jeweiligen Probanden, trotz Pseudonymisierung, einer Geschlechter- und Altersgruppe zugeteilt werden. Zudem wurde nach Vorerkrankungen des Gleichgewichtsystems und dem Vorkommen von Migräne gefragt. Dies hatte den Hintergrund, dass in der Literatur ein Zusammenhang zwischen Kinetose und Morbus Menière, sowie Migräne diskutiert wird (Cuomo-Granston und Drummond, 2010; Golding und Patel, 2017; Murdin et al., 2015; Paillard et al., 2013; Wang und Lewis, 2016).

Fragebogen Teil 2: Häufigkeit von Autofahrten

In diesem Abschnitt wurde erfragt, ob die Probanden im Besitz einer Fahrerlaubnis waren und wie häufig sie das Auto nutzen (als Fahrer bzw. Beifahrer). Sie wurden außerdem gebeten anzugeben, ob sie meist in der Stadt, auf dem Land oder der Autobahn fahren (Abbildung 8).

2. Häufigkeit von Autofahrten

2.1 Haben Sie eine Fahrerlaubnis? ja nein

2.2 Wie häufig fahren Sie Auto?

als <i>Fahrer</i> :	nie <input type="checkbox"/>	1x bis 3x pro Monat <input type="checkbox"/>	1x bis 3x pro Woche <input type="checkbox"/>	täglich <input type="checkbox"/>
	meistens:	Stadt <input type="checkbox"/>	Land <input type="checkbox"/>	Autobahn <input type="checkbox"/>
als <i>Beifahrer</i> :	nie <input type="checkbox"/>	1x bis 3x pro Monat <input type="checkbox"/>	1x bis 3x pro Woche <input type="checkbox"/>	täglich <input type="checkbox"/>
	meistens:	Stadt <input type="checkbox"/>	Land <input type="checkbox"/>	Autobahn <input type="checkbox"/>

Abbildung 8: Fragen im zweiten Teil des Fragebogens

Aus den Ergebnissen dieses Abschnitts sollten Rückschlüsse über das Fahrverhalten der Probanden gezogen werden und herausgefunden werden, wie häufig die Probanden selbst am Steuer sitzen oder als Beifahrer mitfahren.

Fragebogen Teil 3: Reisekrankheit im Auto – Symptome

Symptome der Kinetose können in unterschiedlicher Form und Stärke auftreten (vgl. Kapitel 3.3.3) und variieren von Individuum zu Individuum. Im dritten Teil wurden dreizehn der gängigsten Symptome abgefragt. Golding hatte in seinen Umfragen bezüglich der Kinetose bereits eine Tabelle mit Symptomen erstellt, an welche sich die in dieser Studie verwendete Tabelle anlehnt (Golding, 2016). In dem modifizierten Fragebogen dieser Studie wurde jedoch nicht zwischen Schwindel mit offenen oder geschlossenen Augen unterschieden und das Symptom ‚Aufstoßen‘ sowie ‚Völlegefühl im Kopf‘ wurde nicht verwendet. Des Weiteren wurden die Symptome ‚Erbrechen‘ und ‚Gleichgewichtsstörung‘ hinzugefügt. Die abgefragten Symptome sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die Probanden konnten angeben, ob sie diese Symptome jemals während einer Autofahrt verspürt haben und wie häufig dies war. Sie konnten zwischen ‚nie‘, ‚selten‘, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ wählen.

Tabelle 3: Symptomliste modifiziert nach Golding 2016 (Golding, 2016)

Symptome bei Golding	In dieser Studie <u>verwendet</u>	In dieser Studie <u>nicht verwendet</u>	In dieser Studie <u>hinzugefügt</u>
allgemeines Unwohlsein	X		
Ermüdung	X		
Kopfschmerzen	X		
angestrengte Augen	X		
Konzentrationsschwierigkeiten	X		
erhöhter Speichelfluss	X		
Schwitzen	X		
Übelkeit	X		
„Völlegefühl im Kopf“		X	
Schwierigkeiten scharf zu sehen	X		
Schwindel (mit geöffneten Augen)		X	
Schwindel (mit geschlossenen Augen)		X	
Schwindel	X		
Magen macht sich bemerkbar	X		
Aufstoßen		X	
Erbrechen			X
Gleichgewichtsstörungen			X

Durch die Frage nach den auftretenden Symptomen sollte herausgefunden werden, welche Symptome der Kinetose am häufigsten auftreten und ob ein Unterschied zwischen Männern und Frauen besteht.

Fragebogen Teil 4: Reisekrankheit im Auto – Autobewegungen

Im vierten und umfangreichsten Teil des Fragebogens wurde der Proband zu Beginn gefragt, welcher Fahrstil bei ihm Kinetose auslösen würde, wenn er sich als Beifahrer im Auto befände. Er konnte aus den folgenden Fahrstilen mehrere wählen: vorsichtig, mittel, sportlich. Zudem bestand die Möglichkeit die Frage mit ‚keiner‘ zu verneinen. In der zweiten Frage sollte er sich selbst einem der drei Fahrstile zuordnen.

Anschließend wurden hinsichtlich des Wohlbefindens der Probanden konkrete Fahrsituationen und Fahrbedingungen abgefragt. Es wurde zwischen vier Fahrsituationen unterschieden: Fahren in der Stadt, auf dem Land, auf der Autobahn und mit reduzierter Sicht. Jede Sitzposition im Auto wurde dabei separat betrachtet und entsprechend jede Fahrsituation mehrfach bewertet. Vier Sitzpositionen im Auto wurden abgefragt: Fahrer („F“), Beifahrer vorne („BF vo“), Beifahrer auf dem Rücksitz („BF hi“) und Beifahrer Buch oder Karte lesend oder Film schauend („BF “). Die Probanden konnten jeweils angeben, ob

sie in den beschriebenen Fahrsituationen und Sitzpositionen ‚nie‘, ‚selten‘, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Symptome der Kinetose verspüren (Abbildung 9).

4.3 Folgend sind verschiedene Fahrsituationen aufgeführt. Kreuzen Sie bitte an, ob und wie häufig diese Fahrsituationen für Sie Symptome der Reisekrankheit auslösen könnten.

Bitte jede Position im Auto separat betrachten und entsprechend jede Fahrsituation mehrfach bewerten.

Abkürzungen:
 F Fahrer
 BF hi Beifahrer auf dem Rücksitz
 BF vo Beifahrer vorne
 BF Beifahrer Buch oder Karte lesend oder Film schauend

Stadt			nie	selten	öfters	immer
ruhige Hauptstraßen	F	<input type="checkbox"/>				
	BF vo	<input type="checkbox"/>				
	BF hi	<input type="checkbox"/>				
	BF	<input type="checkbox"/>				
häufiges Abbiegen oder Spurenwechsel	F	<input type="checkbox"/>				
	BF vo	<input type="checkbox"/>				
	BF hi	<input type="checkbox"/>				
	BF	<input type="checkbox"/>				

		nie	selten	öfters	immer
häufiges "Stop and Go" z. B. Stau, Ampeln,	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 9: Fragen im vierten Teil des Fragebogens (Beispiel Stadt). Im gleichen Stil wurde nach Situationen auf dem Land, der Autobahn und bei reduzierter Sicht gefragt.

Es sollte so herausgefunden werden, welche Fahrsituationen besonders ungünstig für Kinetose empfindliche Menschen sind und ob eventuell ein Zusammenhang zwischen der Sitzposition, der Bewegung des Autos und der Wahrscheinlichkeit von Kinetose besteht.

Fragebogen Teil 5: Reisekrankheit im Auto – Dauer und Therapie

Den fünften Teil des Fragebogens sollten die Probanden nur ausfüllen, wenn sie sich als ‚zu Kinetose neigend‘ einschätzen, bzw. in der Frage 4.3 nicht ausschließlich mit ‚nie‘ geantwortet haben.

All jene Probanden, die unter bestimmten Bedingungen und in gewissen Situationen an Kinetose leiden, hatten hier nun die Möglichkeit anzugeben, wie lange eine Kinetose verursachende Situation anhalten müsste, bis die ersten Symptome auftreten würden.

Außerdem wurden sie gefragt, seit wann sie diese Probleme haben und ob sich ihre Neigung zur Kinetose im Laufe des Lebens und seit Erhalt des Führerscheins verändert hat. Es wurde zudem gefragt, ob Medikamente gegen Kinetose eingenommen werden, welche Sitzposition im Auto für sie optimal ist und welche Strategien ihnen in solchen

Situationen eine Milderung der Symptome verschaffen. Bei den letzten beiden Fragen war eine Mehrfachantwort möglich (Abbildung 10).

5.5 Nehmen Sie zur Vermeidung einer Reisekrankheit beim Auto fahren Medikamente ein oder welche Strategien wenden Sie an, um eine Reisekrankheit zu vermeiden.

Medikamente: wenn ja, welche _____

Platz im Auto: welcher Platz ist optimal? Vorne: Fahrer Beifahrer Hinten: rechts links

aus dem Fenster schauen selber fahren

nicht lesen oder andere Tätigkeiten vermeiden versuchen zu schlafen

gute Belüftung im Auto anhalten – Pause machen

Anpassung des Fahrverhaltens:
Bremsen und Beschleunigen vermeiden langsam fahren
starkes Lenken vermeiden Kurven schneiden

Anderes: _____

Abbildung 10: Fragen im fünften Teil des Fragebogens

Aus den hier erhobenen Daten sollte unter anderem ermittelt werden, seit wann die Probanden Probleme mit Kinetose haben und was sie in solchen Situationen tun, bzw. welche Strategien sie gegen Kinetose anwenden. Weiterführend ließen sich daraus gegebenenfalls Vorschläge für ein optimales Design von autonomen Autos gewinnen, um so Kinetose in diesen vorzubeugen.

Fragebogen Teil 6: Reisekrankheit in anderen Fahrzeugen

Im letzten Teil des Fragebogens wurde der Patient nach dem Auftreten von Kinetose in anderen Transportmöglichkeiten, sowie auf Fahrgeschäften oder im 3D-Kino gefragt (Abbildung 11).

6.1 Treten bei Ihnen auch bei Fahrten mit anderen Fahrzeugen oder bei visuellen Ereignissen Symptome einer Reisekrankheit auf?

	nie	selten	öfters	immer
Schiff - ruhige See	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schiff - leichter Seegang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schiff - starker Seegang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zug - vorwärts sitzend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zug - rückwärts sitzend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reisebus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flugzeug - ruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flugzeug - Turbulenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	nie	selten	öfters	immer
Kettenkarussell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achterbahn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schaukel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
schnell bewegende Objekte beobachten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
360°- oder 3D-Kino oder Ähnliches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 11: Fragen im sechsten Teil des Fragebogens

Ziel war es, Zusammenhänge zwischen Kinetose im Auto und Kinetose in anderen Fahrzeugen oder visuell anspruchsvollen Situationen zu erkennen.

2.3 Statistische Methoden

Die Primärdaten wurden in das Programm Microsoft® Access 2016 eingegeben und der so entstandene Datensatz exportiert und tabellarisch mit dem Programm Microsoft® Office Excel 2016 dargestellt. Alle statistischen Berechnungen wurden anschließend mit dem Programm IBM SPSS Statistics 25 durchgeführt.

Im ersten Teil der Analyse wurden Unterschiede zwischen den Antworten von Männern und Frauen untersucht. Es handelt sich hierbei um unabhängige Stichproben und die untersuchten Variablen sind ordinalskaliert. Aus diesen Gründen wurde der Mann-Whitney-U-Test zur Prüfung signifikanter Unterschiede angewendet.

Im zweiten Teil der Analyse sollte der Unterschied zwischen jeweils zwei Fragen bezüglich Kinetose im Auto untersucht werden. Alle Probanden erhielten die gleichen Fragen, sodass es sich hierbei um eine abhängige Stichprobe handelt. Die untersuchten Variablen sind ordinalskaliert. Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde als Signifikanztest angewendet.

Alle fehlenden Werte wurden in der Datenbank mit ‚k.A.‘ (keine Angabe) bzw. der Zahl 99 kenntlich gemacht und vor den Berechnungen eliminiert. Für jede statistische Berechnung (Stichprobenpaar) wurden die Daten einzeln bereinigt und nur Datenpaare

verwendet, die in beiden Stichproben gültige Werte enthalten (complete cases). Dies führte zu schwankenden Fallzahlen für jeden Vergleich. Die Fallzahl war jedoch nie kleiner als 425.

Für die Beurteilung der Signifikanz von Gruppenunterschieden wurde als konservatives Kriterium ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,001$ gewählt. Eine Bonferroni-Adjustierung des allgemeinen Signifikanzniveaus von $p \leq 0,05$ zur Vermeidung einer Alphafehler-Kumulation ergab bei 103 Gruppenvergleichen ein adjustiertes Signifikanzniveau von $p \leq 0,0005$. Da die Analysen explorativen Charakter haben, wurde ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,001$ in der Auswertung als ausreichend approximierend für eine Korrektur der Alphafehler-Kumulation angenommen.

3. Ergebnisse

3.1 Deskriptive Ergebnisse

Aus Gründen des Umfangs sowie der Übersicht wird im Folgenden nur auf die relevantesten Ergebnisse eingegangen. Alle Ergebnisse der Fragen, mit absoluten und prozentualen Häufigkeiten, sind im Anhang V dokumentiert.

Nicht jeder Proband hat den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Blieb eine Frage unbeantwortet, so wurde dies mit ‚keine Angabe‘ (k.A.) erfasst. Die Prozentzahlen in den folgenden Abschnitten beziehen sich immer auf die Gesamtheit aller 500 Fragebögen, also nicht nur auf die vollständig ausgefüllten. Nur bei bestimmten Fragestellungen wird es als sinnvoll erachtet, sich ausschließlich auf die vollständigen Antworten zu beziehen. Dies wird im Einzelfall dann speziell kenntlich gemacht und erläutert.

Teil 1: Persönliche Angaben

Von den 500 Befragten waren 48% weiblich und 52% männlich. Die Altersspanne der Probanden reichte zum Zeitpunkt der Befragung von 18 bis 94 Jahren (Mittelwert (MW): $41,7 \pm 17,7$ Jahre, Median: 38,5). Das Durchschnittsalter bei beiden Geschlechtern war ähnlich (MW weiblich: 41,4 Jahre; MW männlich: 41,9 Jahre). Abbildung 12 zeigt die Altersverteilung der Probanden je Geschlecht.

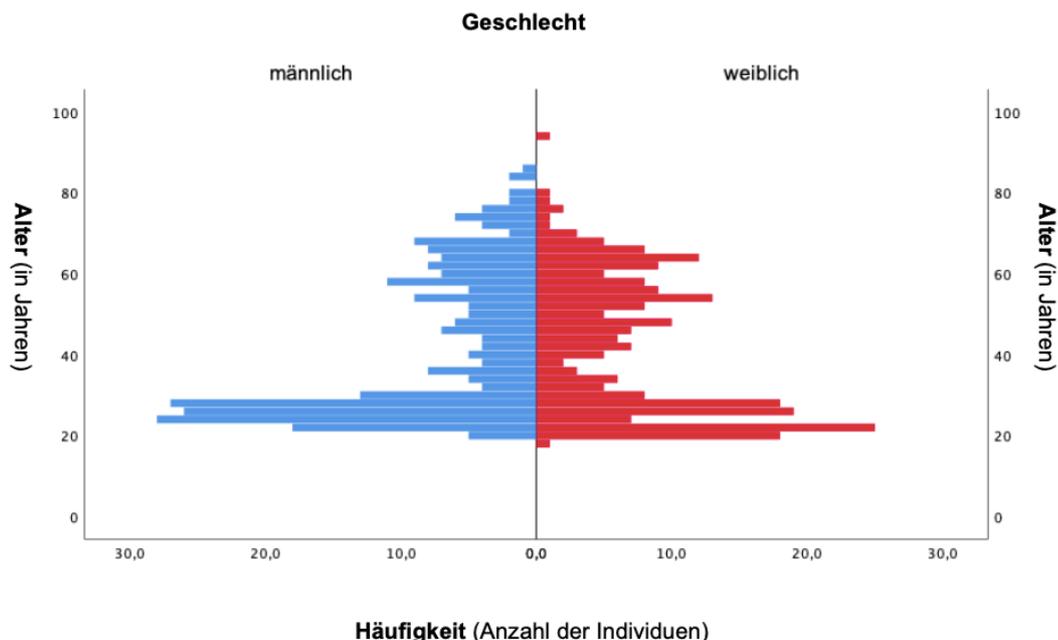


Abbildung 12: Altersverteilung der Probanden

Es ist zu erkennen, dass die Altersverteilung nicht gleichmäßig ist, sondern ein Großteil der Probanden zwischen 20 und 30 Jahre alt waren. Vergleicht man die männlichen Probanden mit den weiblichen, so ist die Verteilungsstruktur sehr ähnlich.

Die Mehrheit der Probanden gaben keine Erkrankungen des vestibulären Systems an, lediglich 2% erwähnten Lagerungsschwindel und jeweils 1% Morbus Menière und Nerven- oder Gleichgewichtsausfall. Unter Migräne litten 9% der Probanden und 5% gaben ‚sonstige‘ Erkrankungen, wie beispielsweise Schwerhörigkeit, Tinnitus, (altersbedingte) Gangunsicherheiten, Mittelohr- oder Innenohrentzündungen, Multiple Sklerose, niedrigen Blutdruck an.

Teil 2: Häufigkeit von Autofahrten

Eine Fahrerlaubnis besaßen 92% der Befragten (94% der Männer und 90% der Frauen). Der Großteil der Befragten gab bei der Häufigkeit des selbst Fahrens an, täglich am Steuer zu sitzen (35%), gefolgt von 1-3-mal pro Woche (25%) und 1-3-mal pro Monat (24%). Nur 15 % gaben an, niemals selbst Auto zu fahren. Unterteilt man die Probanden in Männer und Frauen, so sind es 19% der Frauen, die ‚nie‘ selbst fahren und 11% der Männer. Bei der Frage, wie häufig die Probanden als Beifahrer mitfahren, gab ein Großteil an, nur 1-3-mal pro Monat Beifahrer zu sein (45%), gefolgt von 1-3-mal pro Woche (29%) und 3% gaben an täglich mitzufahren. Nur 10% fahren nie als Beifahrer mit. Unterteilt man auch hier die Probanden in Männer und Frauen so fahren 6% der Frauen ‚nie‘ als Beifahrer mit und 13% der Männer. Unabhängig vom Geschlecht und von der Sitzposition gab jeweils der Großteil der Probanden an, am häufigsten in der Stadt unterwegs zu sein (Fahrer: 51%, Beifahrer: 46%), gefolgt vom Land (Fahrer: 15%, Beifahrer: 12%) und schließlich der Autobahn (Fahrer: 8%, Beifahrer: 8%).

Teil 3: Reisekrankheit im Auto – Symptome

Die Symptome ‚Ermüdung‘ und ‚angestrengte Augen‘ wurden von den Probanden am häufigsten angegeben. Es gaben 46% an, ‚selten‘ Ermüdung zu spüren, 25% ‚öfters‘ und 3% ‚immer‘. Die Ergebnisse bezüglich angestrenzter Augen ergaben bei ‚selten‘ 41%, bei ‚öfters‘ 24% und bei ‚immer‘ 1%. Abbildung 13 zeigt, wie häufig die jeweiligen Kinetosesympptome bei den Befragten vorkamen.

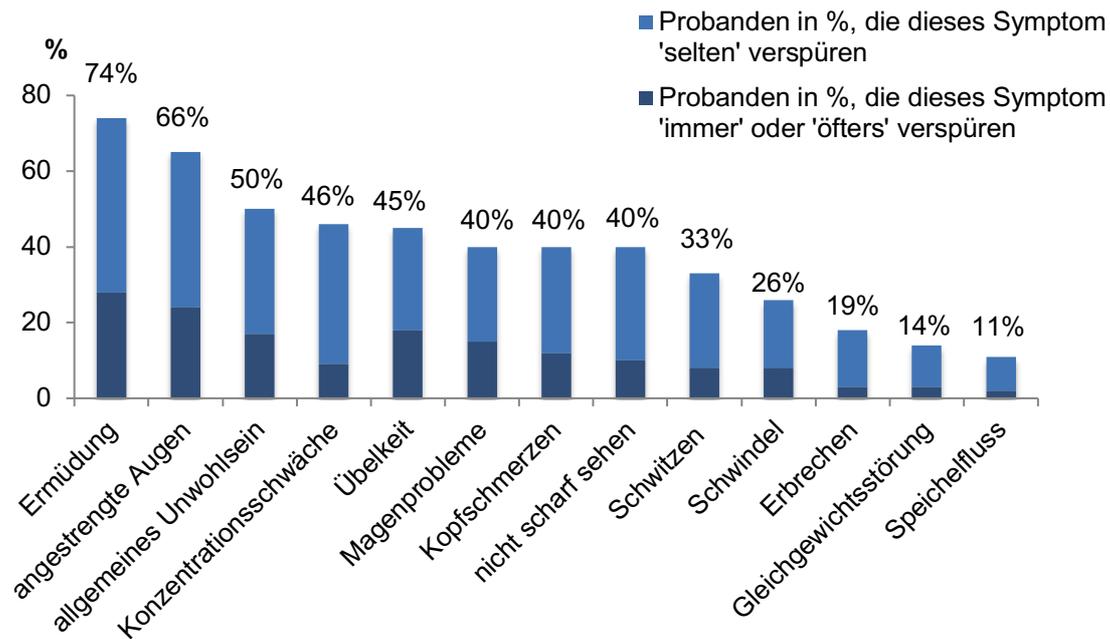


Abbildung 13: Häufigkeit der auftretenden Symptome

Das wohl eindeutigste Symptom der Kinetose, das ‚Erbrechen‘, scheint für 79% der Befragten kein Problem darzustellen, aber 19% gaben an, mindestens ‚selten‘ bei Autofahrten erbrechen zu müssen (15% ‚selten‘, 3% ‚öfters‘, 1% ‚immer‘). Übelkeit und Magenprobleme wurden häufiger angegeben (Übelkeit: 27% ‚selten‘, 17% ‚öfters‘, 2% ‚immer‘; Magenprobleme: 25% ‚selten‘, 14% ‚öfters‘, 2% ‚immer‘). Dabei beurteilten die Probanden jede jemals stattgefundene Fahrt mit dem Auto (unabhängig ob als Fahrer oder Beifahrer).

Die am häufigsten empfundenen Symptome (von mehr als 40% der Probanden mindestens ‚selten‘ empfunden) waren ‚Ermüdung‘ (74%) und ‚angestrenzte Augen‘ (66%), ‚allgemeines Unwohlsein‘ (50%), ‚Konzentrationsschwäche‘ (46%) und ‚Übelkeit‘ (45%).

Am seltensten haben die Probanden Probleme mit Symptomen wie ‚Gleichgewichtsstörung‘ und ‚erhöhter Speichelfluss‘ angegeben. Über 80% haben diese Symptome noch nie beim Autofahren verspürt.

Einige Probanden (2%) gaben noch sonstige Symptome an, wie beispielsweise Rückenschmerzen, Atemprobleme oder Schmerzen im Oberschenkel bei langen Fahrten. Diese Symptome scheinen in keinem Zusammenhang mit der Kinetose zu stehen.

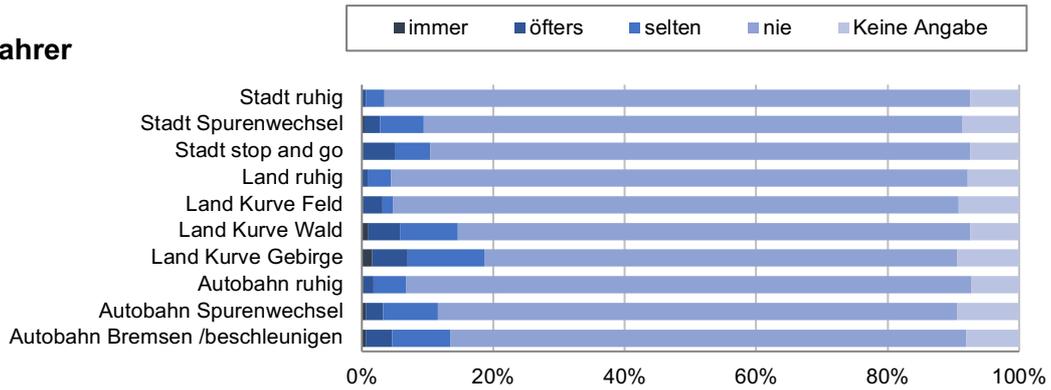
Teil 4: Reisekrankheit im Auto – Autobewegungen

Auf die Frage, welcher Fahrstil bei den Probanden als Beifahrer Kinetose auslösen würde, haben die meisten mit ‚sportlich‘ (64%) geantwortet. Nur 17% der Probanden würden ihren eigenen Fahrstil als solchen beschreiben, die meisten (58%) stufen ihren Fahrstil als ‚mittel‘ ein.

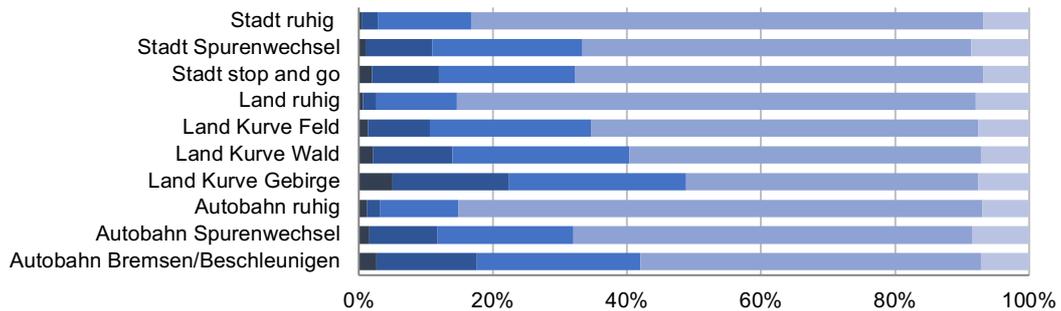
Der Großteil des vierten Teils des Fragebogens beschäftigte sich mit der Kinetosehäufigkeit der Probanden in ganz speziellen Fahrsituationen sowie bezogen auf die unterschiedlichen Sitzpositionen. Als am günstigsten beurteilten die Probanden die Fahrsituation ‚Stadt, ruhige Hauptstraße‘, wenn sie selbst am Steuer sitzen würden. 89% gaben an, dass sie in dieser Situation ‚nie‘ Symptome der Kinetose verspüren würden. Bei 3% käme es ‚selten‘ zu Kinetose, bei 1% ‚öfters‘ und bei keinem der Probanden ‚immer‘. Als am kritischsten wurde von den Befragten die Fahrsituation der kurvigen Straße im Gebirge beurteilt, wenn sie dabei als Beifahrer ein Buch lesen würden. 21% hätten hier ‚nie‘ ein Problem, 16% ‚selten‘, 23% ‚öfters‘ und 27% ‚immer‘.

In den folgenden vier Abbildungen sind die Ergebnisse der Fragen nach Fahrsituationen in der Stadt, dem Land und der Autobahn und jeweils bezogen auf die verschiedenen Sitzposition, dargestellt (Abbildung 14 a - d). Aus den Abbildungen wird bereits ersichtlich, dass die Kinetosehäufigkeit zwischen den unterschiedlichen Sitzposition variiert. Vergleicht man beispielsweise die Fahrer mit den Beifahrern vorne ist zu erkennen, dass die Fahrer seltener unter Kinetose leiden. Vergleicht man die Fahrer mit den lesenden Beifahrern, so wird dieser Unterschied noch deutlicher. Es ist gut zu erkennen, dass unabhängig, von der Fahrsituation die Position Beifahrer lesend die meisten Komplikationen hervorruft, gefolgt von Beifahrer hinten, dann vorne. Innerhalb der einzelnen Diagramme ist zudem zu erkennen, dass sitzpositionsübergreifend immer die Fahrsituation ‚Land-Gebirge-Kurve‘ als von den Probanden am kritischsten beurteilt wurde. Präzise Vergleiche und Analysen der Ergebnisse dieses Abschnittes folgen unter Kapitel 3.2.2 und Kapitel 3.2.3.

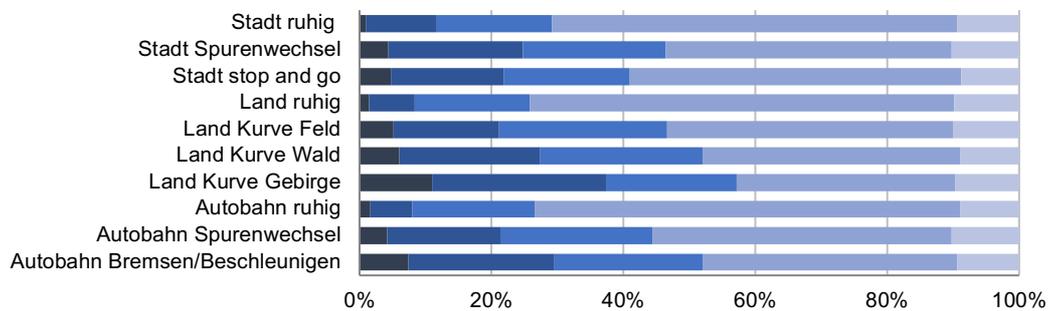
a) Fahrer



b) Beifahrer vorne



c) Beifahrer hinten



d) Beifahrer lesend

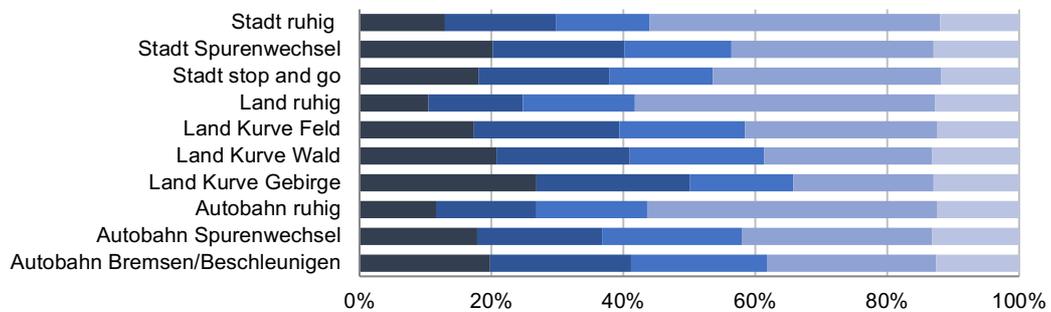


Abbildung 14 a) - d): Die Häufigkeiten von Kinetose in unterschiedlichen Fahrsituationen in der Stadt, auf dem Land und auf der Autobahn, jeweils nach Sitzpositionen aufgeteilt. A) Fahrer, b) Beifahrer vorne, c) Beifahrer hinten, d) Beifahrer lesend.

Im letzten Teil der Frage 4.3 wurde nach Fahrsituationen mit reduzierter Sicht gefragt. Als für die Probanden am kritischsten wurde die Fahrsituation beurteilt, in der man als Beifahrer ein Buch lesend im Auto säße, während es draußen stark regnet oder schneit. Es gaben 22% an, ihnen würde in dieser Situation ‚selten‘ schlecht werden, 14% ‚öfters‘ und weiteren 14% ‚immer‘. In exakt der gleichen Fahrsituation, aber als Fahrer, würde hingegen nur 10% ‚selten‘ schlecht werden, 6% ‚öfters‘ und 0% ‚immer‘ (Abbildung 15).

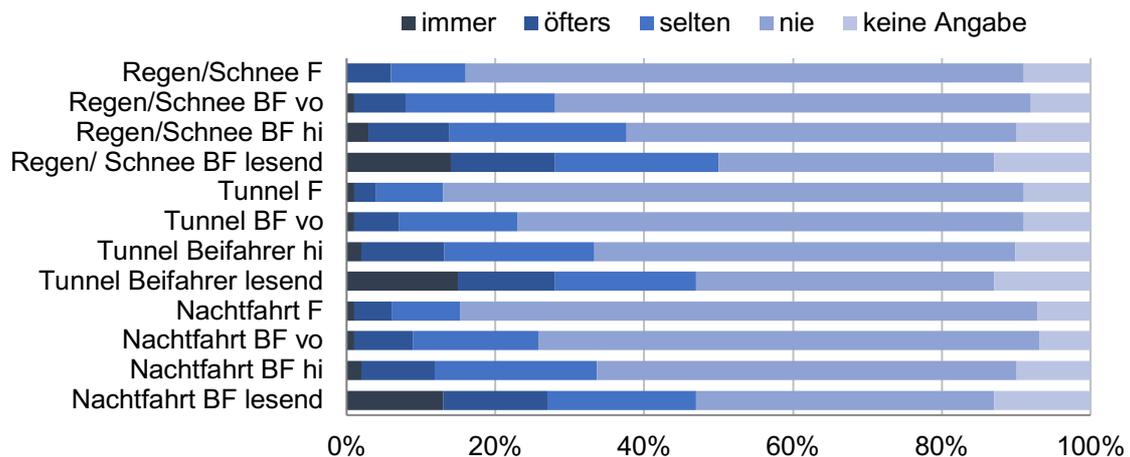


Abbildung 15: Häufigkeiten der Kinetose bei reduzierter Sicht

F = Fahrer, BF = Beifahrer, vo = vorne, hi = hinten auf dem Rücksitz

Teil 5: Reisekrankheit im Auto – Dauer und Therapie

Die Fragen im fünften Teil sollten nur von Probanden ausgefüllt werden, die sich selbst als ‚zu Kinetose neigend‘ einschätzen bzw. in der Frage 4.3 nicht ausschließlich mit ‚nie‘ geantwortet haben. Alle anderen konnten den Teil 5 überspringen, weshalb der Anteil an ‚keine Angabe‘-Antworten hier verhältnismäßig hoch ist (zwischen 23% und 47%, siehe Anhang V). Zur Übersicht wird im Folgenden immer erwähnt, von wie vielen Probanden die Frage tatsächlich beantwortet wurde. Die Prozentzahlen beziehen sich somit nicht auf alle 500 Probanden, sondern nur auf die abgegebenen Antworten.

Die erste Frage wurde von 386 Probanden beantwortet, von denen 46% angaben, dass bei ihnen in einer potentiell Kinetose-auslösenden Situation, nach einer Dauer von 15 Minuten erste Symptome auftreten würden. Bei 30% müsste die Situation 30 Minuten andauern und bei den restlichen 23% 60 Minuten oder länger. Bei der zweiten Frage gaben von 265 Probanden ganze 73% an, dass sie bereits seit der Kindheit unter Kinetose leiden würden. Bei 13% sei Kinetose erstmals in der Pubertät aufgetreten. Von 285

Probanden, welche die dritte Frage ausfüllten, gaben 48 % an, dass sich die Neigung zur Kinetose in den letzten Jahren verbessert habe. Bei 31% sei sie gleichgeblieben und bei 20% habe sie sich verschlechtert. Die vierte Frage haben 290 Probanden beantwortet und von ihnen gaben 47% an, die Kinetose habe sich seit Erhalt der Fahrerlaubnis verbessert, 53% sagen, dass sie gleichgeblieben sei.

Bei den folgenden Prozentzahlen wird wieder Bezug auf die vollständigen 500 Fragebögen genommen, da es sich um allgemeine Fragen bezüglich der Kinetose handelt. Von allen Probanden haben 7% schon einmal oder nehmen noch regelmäßig Medikamente zur Behandlung oder Vorbeugung von Kinetose ein. Am häufigsten wurden Medikamente mit dem Wirkstoff Dimenhydrinat genannt, zum Beispiel Vomex A[®], Superpepp[®] Kaugummis und Reisetabletten. Die Probanden konnten bei den folgenden beiden Fragen bezüglich des optimalen Sitzplatzes im Auto sowie hilfreichen Strategien bei Kinetose-symptomen mehrere Möglichkeiten ankreuzen. Als optimalen Sitzplatz im Auto wählten 47% aller Probanden den Fahrersitz und 26% den Beifahrersitz. Die Sitze hinten im Auto wurden seltener als optimaler Platz gewählt (6% hinten rechts, 3%, hinten links). In der nächsten Frage konnten die Probanden zwischen unterschiedlichen Strategien wählen, welche ihnen im Falle von Kinetose Milderung verschaffen würden. Abbildung 16 zeigt einen Überblick über die vorgeschlagenen Strategien und wie häufig diese von Probanden ausgewählt wurden (Abbildung 16).

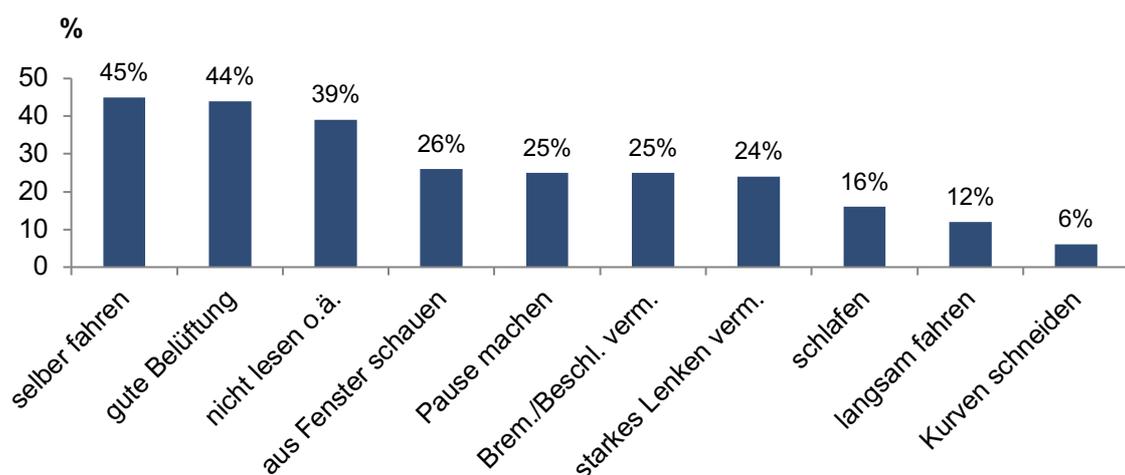


Abbildung 16: Hilfreiche Strategien bei Kinetose im Auto. o.ä. = oder Ähnliches, Brem. = Bremsen, Beschl.= Beschleunigen, verm. = vermeiden

Die Strategien, welche am häufigsten genannt wurden, waren ‚selber fahren‘ (45%), ‚gute Belüftung‘ (44%) und ‚nicht lesen oder ähnliches‘ (39%). Betrachtet man mögliche Veränderungen im Fahrverhalten als hilfreiche Strategien, so sagen 25% der Probanden, dass es ihnen helfen würde, Bremsen und Beschleunigungen zu vermeiden und 24% würde es besser gehen, wenn auf starkes Lenken verzichtet würde. Langsames Fahren hilft nur 12% aller Probanden und Kurven schneiden nur 6%. Zudem haben 18 Probanden persönlich angewandte Strategien angegeben, wie beispielsweise Kaugummi kauen, singen, Brot essen oder ähnliches.

Teil 6: Reisekrankheit in anderen Fahrzeugen

In Abbildung 17 sind die Ergebnisse der letzten Frage dargestellt. Hier wurde nach der Kinetose Häufigkeit in anderen Fahrzeugen oder bei visuell anspruchsvollen Situationen, wie beispielsweise dem 3D-Kino gefragt.

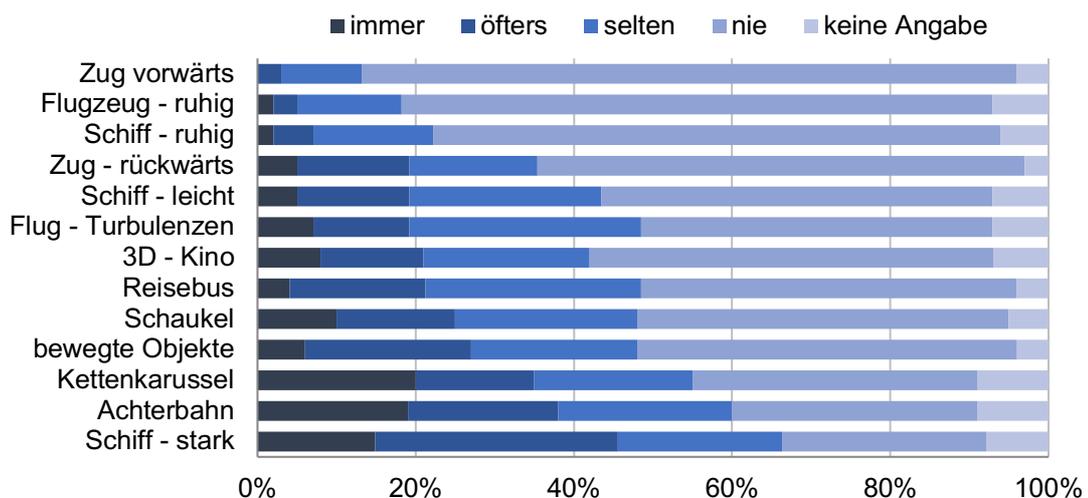


Abbildung 17: Kinetose in anderen Fahrzeugen, Fahrgeschäften oder visuell induziert

Am kritischsten bezogen auf die Häufigkeit von Kinetose sind Fahrten mit dem Schiff bei starkem Seegang sowie mit der Achterbahn und dem Kettenkarussell. Nur weniger als 40% der Probanden gaben an, in diesen Situationen ‚nie‘ Symptome der Kinetose zu verspüren. Bei Schifffahrten bei starkem Seegang käme es bei 21% ‚selten‘, 31% ‚öfters‘ und 15% ‚immer‘ zu Kinetose. Bei Achterbahnfahrten wären 22% ‚selten‘, 19% ‚öfters‘ und weitere 19% ‚immer‘ davon betroffen. Eine Fahrt auf dem Kettenkarussell würde bei 20% ‚selten‘, 15% ‚öfters‘ und 20% ‚immer‘ zu Kinetose führen.

Am unproblematischsten von allen abgefragten Fortbewegungsmöglichkeiten seien Fahrten mit dem Zug, wenn man in Fahrtrichtung sitzt. Hier würde 82% der Probanden ‚nie‘ schlecht werden, 10% ‚selten‘, 3% ‚öfters‘ und 0% ‚immer‘. Sitzt man im Zug jedoch entgegen der Fahrtrichtung, so sind es nur noch 61% denen ‚nie‘ schlecht werden würde, während 16% ‚selten‘, 14% ‚öfters‘ und 5% ‚immer‘ Probleme mit Kinetose hätten.

Beim ruhigen Fliegen ergaben sich vergleichbare Ergebnisse, wie beim Vorwärtsfahren mit dem Zug. Es hätten in dieser Situation 74% ‚nie‘ Probleme, 13% ‚selten‘, 3% ‚öfters‘ und nur 2% ‚immer‘. Wenn Turbulenzen auftreten, verändern sich diese Häufigkeiten. Es würde dann nur noch 44% ‚nie‘ schlecht werden, 29% bekämen ‚selten‘ Kinetose, 12% ‚öfters‘ und 7% ‚immer‘. Auch wenn man sich nicht selbst in Bewegung befindet kann es zu Symptomen der Kinetose kommen, wie beispielsweise im 3D-Kino oder beim Beobachten von bewegten Objekten. Es gaben 51% an im 3D-Kino ‚nie‘ Probleme zu haben, 21% würde dort ‚selten‘, 13% ‚öfters‘ und 8% ‚immer‘ schlecht werden. Beim Beobachten von bewegten Objekten gaben 48% an ‚nie‘ Probleme zu haben, während es bei 21% ‚selten‘, bei 21% ‚öfters‘ und bei 6% ‚immer‘ zu Kinetose käme.

3.2 Analyse der Ergebnisse

3.2.1 Einfluss des Geschlechts

Betrachtet man die Geschlechtergruppen und vergleicht diese miteinander, so sind einige Unterschiede zwischen den Antworten der Männer (m) und jenen der Frauen (w) erkennbar. Es gaben beispielsweise dreimal so viele Frauen an unter Migräne zu leiden, wie Männer (w=33, m=11). Ebenso war bei der Frage nach der Häufigkeit der Sitzposition im Auto die Zahl der Frauen höher, die angaben als Beifahrer mitzufahren. So gaben 42% der Frauen an ‚täglich‘ oder ‚1-3 mal pro Woche‘ Beifahrer zu sein, während es bei den Männern nur 24% waren. Auch bezüglich der auftretenden Kinetose-Symptomatik beim Autofahren unterscheiden sich die Ergebnisse geschlechterspezifisch. In Tabelle 4 wird dies anhand der sechs am meisten genannten Symptome der Probanden verdeutlicht.

Tabelle 4: Die sechs am meisten genannten Kinetose-Symptome und ihre Häufigkeit

* = weiblich und männlich gleiche Häufigkeit, ** = signifikanter Unterschied in den Angaben zwischen den Geschlechtern nach Mann-Whitney-U-Test.

Symptom	Häufigkeit	Geschlecht	
		weiblich in %	männlich in %
Ermüdung	selten	42	49
	öfters	28	22
	immer	5	1
angestrenzte Augen	selten	36	46
	öfters	30	18
	immer	1	0
allgemeines Unwohlsein **	selten	33	32
	öfters	26	7
	immer	3	0
Konzentrationschwäche	selten	38	37
	öfters	13	5
	immer	0*	0*
Übelkeit **	selten	28	25
	öfters	27	7
	immer	2	0
Magenprobleme **	selten	26	25
	öfters	21	7
	immer	3	0

Es fällt auf, dass Frauen bei jedem der sechs Symptome häufiger ‚öfters‘ oder ‚immer‘ angegeben haben als Männer (ausgenommen das Symptom Konzentrationschwäche ‚immer‘). Besonders groß ist der Unterschied bei den Symptomen ‚allgemeines Unwohlsein‘, ‚Übelkeit‘ und ‚Magenprobleme‘. Von allen Frauen gaben 28% an, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ ‚allgemeines Unwohlsein‘ bei Autofahrten zu verspüren, während es nur 7% der Männer so erging. Es gaben 29% der Frauen an, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ an ‚Übelkeit‘ beim Autofahren zu leiden, während es bei den Männern nur 8% waren. Der Magen mache bei 24% der Frauen bei Autofahrten ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Probleme, bei Männern nur bei 7%. Der Unterschied zwischen dem Geschlecht und der Häufigkeit der angegebenen Symptome ist in den drei eben genannten Fällen signifikant (vgl. Tabelle 4). Auch bei Schwindel ($p=0,000001$) und Kopfschmerzen ($p=0,000000$) ergab der Mann-Whitney-U-Test einen signifikanten Unterschied. Der Trend, dass Frauen Symptome beim Autofahren häufiger wahrnehmen, war auch bei den anderen abgefragten Symptomen zu erkennen, erwies sich aber nicht als signifikant.

Bei Frage 4.3, welche sich mit dem Auftreten von Kinetose in speziellen Fahrsituationen und bezogen auf die Sitzpositionen beschäftigte, sind ebenfalls Unterschiede in der Häufigkeit von Kinetose bei Männern und Frauen aufgefallen (Abbildung 18).

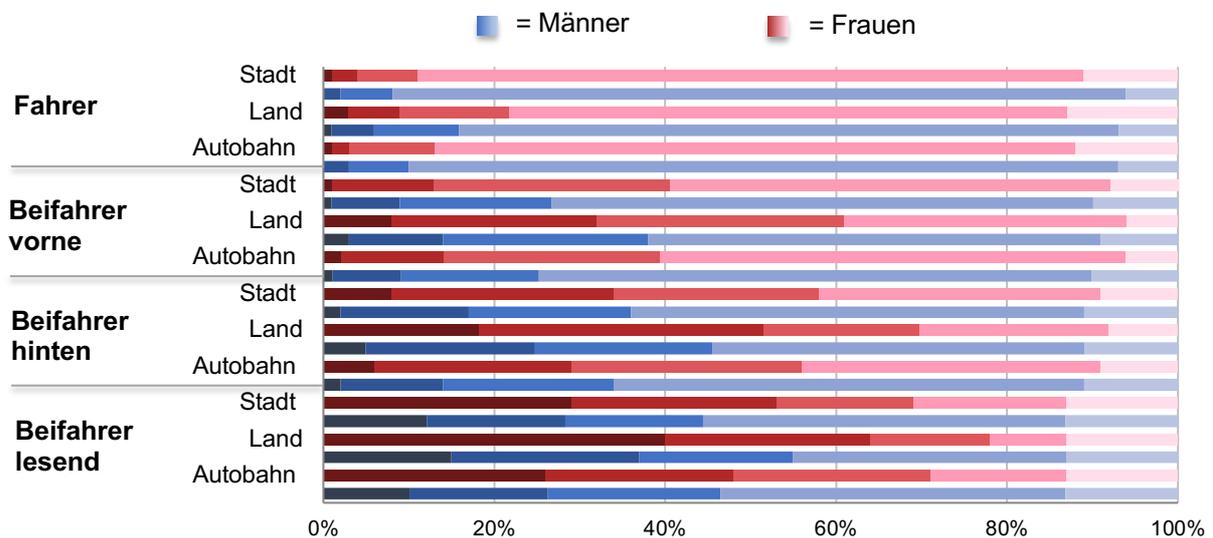


Abbildung 18: Vergleich der Kinetosehäufigkeit zwischen Männern und Frauen am Beispiel der Fahrsituationen Stadt (Spurenwechsel), Land (Kurve Gebirge), Autobahn (Spurenwechsel).

Auch in den anderen Fahrsituationen, die nicht in Abbildung 18 dargestellt sind, gaben Frauen häufiger Probleme mit Kinetose an als Männer. Dieser Unterschied ist bei den Sitzpositionen ‚Fahrer‘ und ‚Beifahrer vorne‘ nicht signifikant, aber bei den Sitzpositionen ‚Beifahrer hinten‘ und ‚Beifahrer lesend‘ schon ($p \leq 0,001$). Hier stellt nur die Situation der gleichmäßigen Autobahnfahrt eine Ausnahme dar, da hier der Unterschied zwischen Frauen und Männern nicht signifikant ist ($p = 0,004$). Bei kurvigen Fahrten übers Land wird Frauen auch als ‚Beifahrer vorne‘ signifikant häufiger schlecht als Männern.

Ein weiterer Unterschied zwischen den Antworten der Geschlechter ist in Bezug auf die Medikamenteneinnahme aufgefallen. Es gaben 12% der Frauen an, schon mal Medikamente gegen Kinetose eingenommen zu haben, während es bei den Männern nur 2% waren. Zwischen den Häufigkeiten der Antworten bezüglich der hilfreichen Strategien wurde kein nennenswerter Unterschied zwischen Männern und Frauen gefunden.

3.2.2 Einfluss der Sitzposition

Die Ergebnisse der Frage 4.3 zeigten unter anderem, in welcher Sitzposition es den Probanden am besten bzw. am schlechtesten hinsichtlich der Kinetose geht. Um die Beurteilung zu vereinfachen, wurden jeweils zwei der möglichen Antworten in Gruppen zusammengefasst. Probanden die auf die gestellte Frage mit ‚nie‘ oder ‚selten‘ geantwortet haben, können als weniger anfällig für Kinetose betrachtet werden. Im Folgenden wird der Fokus jedoch auf all jene Probanden gelegt, welche die gestellten Fragen mit ‚öfters‘ oder ‚immer‘ beantwortet haben und somit anfälliger für Kinetose sind. Der Anteil an Probanden, welche ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Kinetose verspürt, ist fahrsituationsübergreifend bei der Sitzposition ‚Beifahrer lesend‘ am größten und bei der Position ‚Fahrer‘ am geringsten. Abbildung 19 zeigt dies am Beispiel der Stadt.

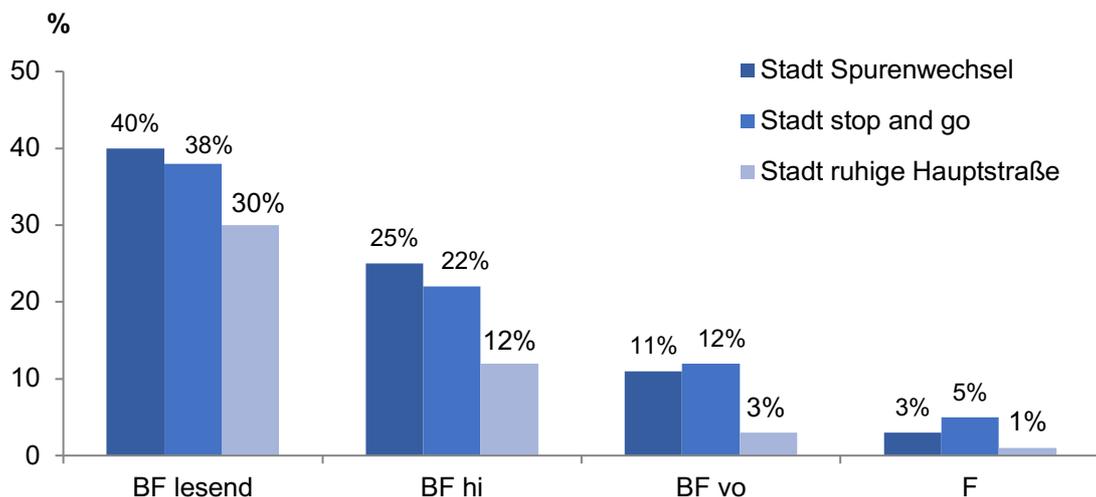


Abbildung 19: Anteil der Probanden, welcher in den beschriebenen Sitzpositionen ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Probleme mit Kinetose hat. Hier am Beispiel der Stadt.

BF = Beifahrer, hi = hinten auf dem Rücksitz, vo = vorne, F = Fahrer

In der Fahrsituation ‚Stadt, ruhige Hauptstraße‘ käme es beispielsweise bei 30% der Probanden ‚öfters‘ oder ‚immer‘ zu Kinetose, wenn sie Beifahrer wären und zusätzlich lesen würden. In genau der gleichen Fahrsituation käme es nur bei 1% der Probanden ‚öfters‘ oder ‚immer‘ zu Kinetose, wenn sie selbst am Steuer sitzen würden. Ein vergleichbarer Unterschied zwischen den Sitzpositionen konnte auch bei Fahrsituationen auf dem Land und auf der Autobahn erkannt werden. Betrachtet man hier die ruhigen Fahrsituationen auf gerader Strecke, so gaben bei der Sitzposition Beifahrer lesend auf dem Land 25%

der Probanden und auf der Autobahn 27% ‚öfters‘ oder ‚immer‘ als Antwort an. Der Anteil an Probanden, die in den gleichen Situationen als Fahrer ‚öfters‘ oder ‚immer‘ angaben, lag auf dem Land nur bei 1% und auf der Autobahn bei 2%. In Fahrsituationen mit kurvigen Strecken bzw. beim häufigen Spurenwechsel und stop-and-go wurde dieser Unterschied zwischen der Fahrerposition und der des lesenden Beifahrers ebenfalls deutlich. Die durchgeführten statistischen Tests ergaben, dass ein signifikanter Unterschied in der Kinetosehäufigkeit zwischen den einzelnen Sitzpositionen besteht. Untersucht wurden dabei jeweils Unterschiede zwischen dem Fahrer und dem Beifahrer vorne, dem Beifahrer vorne und dem Beifahrer hinten und abschließend dem Beifahrer hinten und dem Beifahrer lesend. Fahrsituationsübergreifend ergaben die Berechnungen der Tests einen p-Wert von $p \leq 0,001$, was die Signifikanz belegt. Die Häufigkeit der Kinetose nimmt dabei vom Fahrersitz, über den Beifahrer vorne hin zum Beifahrer hinten und schließlich dem lesenden Beifahrer zu.

3.2.3 Einfluss der Bewegungsrichtung

Bei der Frage 4.3 wurden die Probanden sowohl für Fahrsituationen in der Stadt als auch auf der Autobahn gefragt, ob sie beim Bremsen und Beschleunigen bzw. beim stop-and-go Verkehr (beides Bewegungen entlang der X-Achse = Längsachse des Autos, vgl. Abbildung 5) und beim häufigen Spurenwechsel (Bewegung entlang der Y-Achse = Querachse des Autos, vgl. Abbildung 5) Probleme mit Kinetose hätten. Die Ergebnisse (Abbildung 20) zeigten, dass es auf der Autobahn sitzplatzunabhängig für mehr Probanden ein Problem bedeutet, wenn gebremst bzw. beschleunigt (X-Achse) wird, verglichen mit häufigem Spurenwechsel (Y-Achse). Diese Beobachtung ist, bezogen auf alle drei Beifahrersituationen, signifikant ($p \leq 0,001$). In der Stadt ergaben die Ergebnisse, dass mehr Probanden auf der Rückbank Probleme mit häufigem Spurenwechsel (Y-Achse) und auf den vorderen Sitzen beim stop-and-go Verkehr (X-Achse) hätten, jedoch konnte hier nur bei der Sitzposition ‚Beifahrer hinten‘ eine statistische Signifikanz nachgewiesen werden. In der Abbildung 20 wurde sich nur auf die Probanden bezogen, welche die Fragen mit ‚öfters‘ oder ‚immer‘ beantworteten, da ihre Antworten aufgrund ihrer hohen Neigung zu Kinetose, besonders relevant sind.

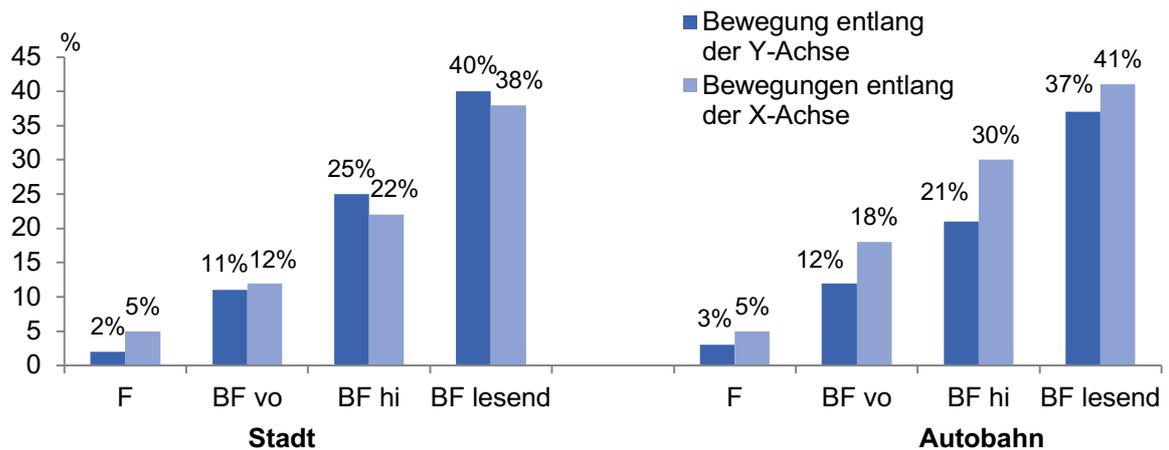


Abbildung 20: Vergleich zwischen Bewegungen entlang der Y-Achse (häufiger Spurenwechsel) und der X-Achse (stop and go' beziehungsweise Bremsen und Beschleunigen), in Bezug auf Kinetosehäufigkeit abhängig von der Sitzposition. Die Prozentangaben beziehen sich dabei auf Probanden, die in diesen Situationen 'öfters' oder 'immer' Kinetose-Symptome verspüren. F = Fahrer, BF vo = Beifahrer vorne, BF hi = Beifahrer hinten, BF lesend = Beifahrer mit Buch o.ä.

Bei den Ergebnissen der Frage 4.3, bezogen auf Fahrsituationen auf dem Land, ist zu erwähnen, dass die Situation ‚Land-Gebirge‘ von den Probanden als die Kritischste beurteilt wurde. Als Fahrer würde hier 72% der Probanden ‚nie‘ schlecht werden, als Beifahrer sind es nur 44% und als Beifahrer hinten 33% bzw. lesend 21%. Abgesehen von den fehlenden Angaben hätten alle anderen Probanden mindestens ‚selten‘ auf den entsprechenden Sitzpositionen Probleme mit Kinetose. Es besteht sitzplatzübergreifend ein signifikanter Unterschied zwischen der Kinetosehäufigkeit im Gebirge und der auf einer kurvigen Straße übers Land (Land-Kurve-Felder), wobei den Probanden im Gebirge besonders häufig schlecht wird.

3.2.4 Zusammenhang zu Kinetose anderer Art

Möchte man eine Aussage treffen, ob diejenigen Probanden, die beim Autofahren besonders von Kinetose betroffen sind, auch jene sind, die bei anderen Fortbewegungsmitteln oder visuell anspruchsvollen Situationen Probleme haben, so bietet es sich an, die Kohorte abermals in zwei Gruppen zu teilen. Einerseits in die ‚Kinetose kritischen‘ (‚Kk‘) Probanden und andererseits in die ‚Kinetose unkritischen‘ (‚Ku‘) Probanden. Tabelle 5 zeigt die Geschlechterverteilung sowie das Durchschnittsalter dieser Gruppen.

Tabelle 5: Eckdaten der zwei Gruppen ‚Kinetose kritisch‘ und ‚Kinetose unkritisch‘.

Gruppe	Kohortenanteil	MW Alter	männlich	weiblich
Kinetose kritisch	57,6%	38	41%	59%
Kinetose unkritisch	42,2%	47	67%	33%

Die Grenze zwischen diesen Gruppen wurde so gewählt, dass nur solche Probanden als ‚Kk‘ beurteilt wurden, welche bei der Frage 4.3 mindestens zweimal ‚öfters‘ oder einmal ‚immer‘ als Antwort angegeben haben. Demnach gehören 57,6% der Probanden zur ‚Kk‘-Gruppe und 42,2% zur ‚Ku‘-Gruppe. Abbildung 21 zeigt die Antworten dieser beiden Gruppen auf die Frage 6 des Fragebogens im Vergleich.

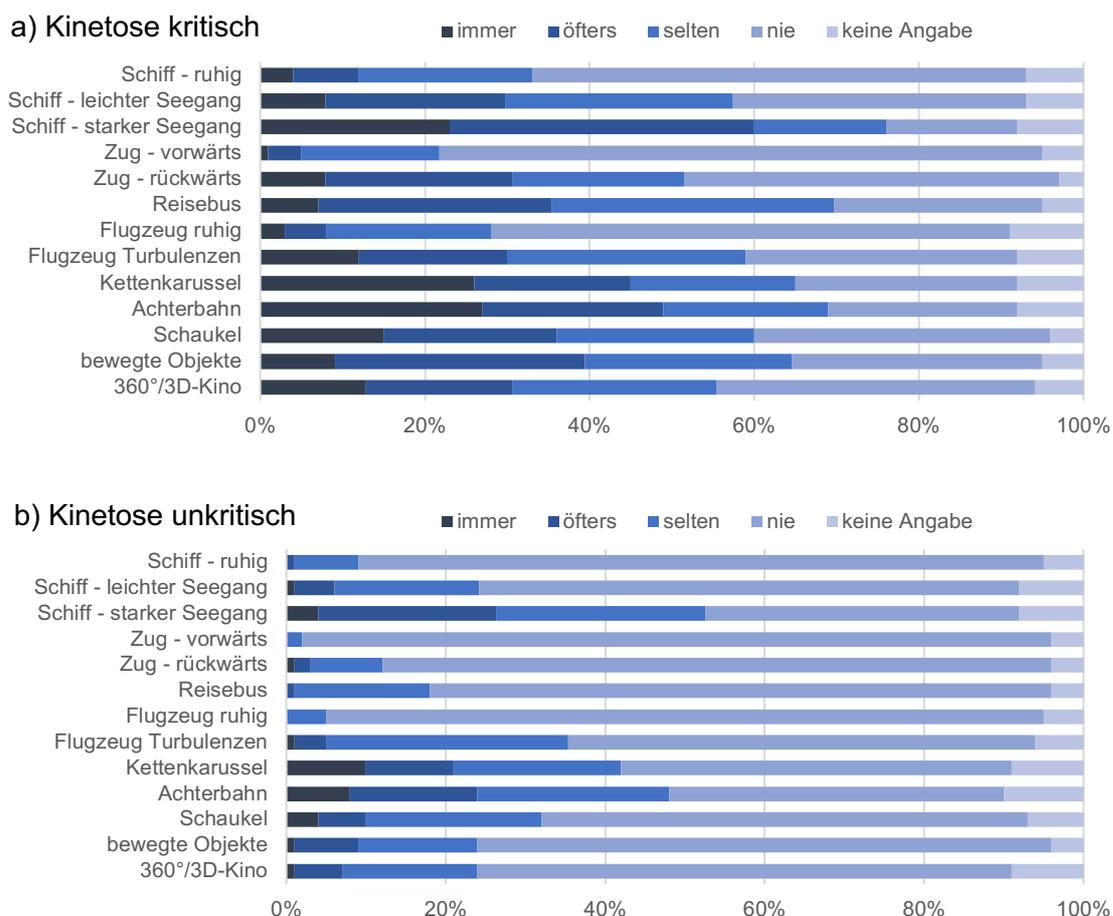


Abbildung 21: a) Antworten der ‚Kinetose kritischen‘ Probanden bei Frage 6 (Kinetose in anderen Fahrzeugen) b) Antworten der ‚Kinetose unkritischen‘ Probanden bei Frage 6 (Kinetose in anderen Fahrzeugen).

In allen abgefragten Situationen hatten die ‚Kk‘- Probanden häufiger Kinetose als die ‚Ku‘- Probanden. So würde zum Beispiel nur 18% der ‚Kinetose unkritischen‘ Probanden im Reisebus ‚selten, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ schlecht werden, während es bei den ‚Kinetose kritischen‘ 69% wären. In den von allen 500 Probanden als am kritischsten empfundenen Situationen (Schiff – starker Seegang, Kettenkarussell und Achterbahn, vgl. Abbildung 17) unterschieden sich die beiden Gruppen ebenfalls, aber deutlich geringer.

4. Diskussion

4.1 Limitationen der Methodik

Es sollte stets berücksichtigt werden, dass es sich bei den ausgewerteten Daten dieser Studie um die subjektive Einschätzung der einzelnen Probanden handelt und nicht um objektivierbare Messungen. Sämtliche Ergebnisse und Interpretationen beziehen sich daher ausschließlich auf die Studienpopulation und können höchstens als Tendenzen in der deutschen Bevölkerung angesehen werden.

Limitation des Fragebogens:

Obwohl im Vorfeld versucht wurde, den Umfang des Fragebogens möglichst Probandengerecht zu gestalten, umfasste er in seiner Endversion vier DIN A4 Seiten. Es könnte am Umfang gelegen haben, dass von einigen Probanden nicht alle Fragen vollständig beantwortet wurden. Das Ausfüllen des Fragebogens im Online-Format mit vorgeschriebener Beantwortung jeder Frage wäre eine Möglichkeit gewesen, die Vollständigkeit des Datensatzes zu gewährleisten. Zudem hätte eine breitere Masse an Menschen erreicht werden können. Durch das direkte Digitalisieren der Daten würden auch Übertragungsfehler minimiert werden. Um diesen Fehler so gering wie möglich zu halten, wurde die Eingabe der Antworten der Fragebögen in die Datenbank nach dem vier-Augen-Prinzip von einer zweiten Person stichprobenartig kontrolliert.

Der Vorteil an dem persönlichen Verteilen der Fragebögen war, dass die Probanden aufkommende Fragen oder Missverständnisse direkt ansprechen konnten. Dabei ist auch aufgefallen, dass einige Probanden von sich behaupteten, kein Problem mit Kinetose zu haben und später bei den detaillierten Fragen nach den verschiedenen Fahrsituationen realisierten, dass beispielsweise Übelkeit beim Lesen im Auto auch als Kinetosesymptom bewertet wird. Um diesem Missverständnis vorzubeugen und die Probanden direkt zu sensibilisieren, welche Symptome unter den Begriff Kinetose eingeordnet werden, wurde die Reihenfolge der Fragen im Fragebogen nach etwa 150 Probanden angepasst. Die Fragen blieben dabei unverändert, trotzdem kann es durch die Anpassung zu einer Beeinflussung der Ergebnisse gekommen sein. Es ist anzunehmen, dass die Zahl an ‚Kinetose kritischen‘ Probanden höher gewesen wäre, hätten alle Probanden mit der endgültigen Version gearbeitet.

Auch durch die Formulierung bestimmter Fragen ergaben sich Limitationen. So hätte die Frage nach Symptomen während jemals stattgefundener Autofahrten eventuell noch mehr betonen müssen, dass es sich hierbei ausschließlich um Symptome der Kinetose handelt. Bei den Ergebnissen ist aufgefallen, dass Ermüdung und angestrengte Augen überdurchschnittlich häufig als auftretendes Symptom bei Autofahrten genannt wurden. Es wird davon ausgegangen, dass viele Probanden die Frage missverstanden haben und angegeben haben, welche Symptome sie generell schon einmal verspürt haben, also zum Beispiel während einer langen Autofahrt. Auch wenn diese Ergebnisse die tatsächliche Häufigkeit von Ermüdung oder angestrenzter Augen im Rahmen von Kinetose verfälscht, ist es dennoch ein alarmierendes Ergebnis in Bezug auf die Sicherheit im Straßenverkehr. Autofahrer sollten jederzeit schnell reagieren können und dafür muss man wach und konzentriert sein.

Limitation der Probandenkohorte:

Trotz randomisiertem Ansprechen von unterschiedlichen Menschen, entspricht die Altersverteilung der Probanden nicht der Verteilung in der deutschen Bevölkerung (Statistisches Bundesamt, 2015). So waren zum Zeitpunkt der Befragung 41% der Probanden zwischen 18 und 29 Jahre alt, während in der Bevölkerung nur um die 12% dieser Altersgruppe angehören. Zu dem hohen Anteil an jungen Studienteilnehmern kam es einerseits durch die stärkere Skepsis älterer Leute gegenüber dem Ausfüllen von Fragebögen und somit dem Preisgeben von persönlichen Daten, trotz gewährleisteter Pseudonymisierung. Außerdem war ein großer Anteil der Probanden Studenten, da an der TU Berlin Fragebögen verteilt wurden und zudem der Campus Benjamin Franklin zur Universitätsklinik Charité gehört. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei einer Kohortengröße von 500 Probanden, von welchen 58% (n=291) über 30 Jahre alt waren, die Ergebnisse der Studie trotzdem zumindest als eine Tendenz in der Bevölkerung angesehen werden können.

Eine weitere Limitation bezüglich der Repräsentativität der Bevölkerung durch die befragten Probanden liegt darin, dass die meisten von ihnen in Großstädten (Berlin, München, Hamburg, ...) befragt wurden und meist auch dort wohnhaft waren. So ist beispielsweise zu erklären, weshalb der Großteil der Probanden angab, ihr Auto meistens in der Stadt zu nutzen. Die Ergebnisse wären vermutlich anders ausgefallen, hätte man die Umfrage in einem ländlichen Gebiet durchgeführt. Auf den Großteil der gestellten, insbesondere

den auf die Kinetose bezogenen Fragen, hat der Wohnort aber vermutlich keinen Einfluss.

Limitation der statistischen Auswertung:

Um mit den fehlenden Angaben bei einigen Fragen korrekt umzugehen, wurden sie als ‚keine Angabe‘ (k.A.) in den Ergebnissen mit aufgenommen und bei den Berechnungen der statistischen Tests als fehlende Werte berücksichtigt. Hierbei wurde jedoch nicht zwischen ‚nicht ausgefüllt, weil überlesen‘, ‚nicht ausgefüllt, weil nicht möglich‘, oder ‚nicht ausgefüllt, weil nicht zutreffend‘ unterschieden.

Es ist zudem anzumerken, dass es in der Literatur keine einheitliche Definition gibt, die besagt, ab wann genau von Kinetose gesprochen wird und ab wie vielen Kinetosevorfällen man als ‚Kinetose kritisch‘ bezeichnet werden kann. Allgemein bekannte Bewertungssysteme oder Skalen wie beispielsweise der Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (MSSQ) von Reason und Brand, welcher später von Golding weiterentwickelt wurde und als Vorlage für den Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) von Kennedy et al. diente, sowie die von unter anderem Bos et al. benutzte Misery Scale (MISC), konnten bei der vorliegenden Studie nicht als Bewertungskriterien benutzt werden (Bos et al., 2005; Golding, 1998; Kennedy et al., 1993; Reason und Brand, 1975). Dies lag vor allem daran, dass bei den genannten Methoden die Stärke der ‚in dem Moment des Experiments‘ gefühlten Symptome der Probanden beurteilt wurde, während in der hier vorliegenden Studie die Häufigkeit der ‚jemals aufgetretenen‘ Symptome abgefragt wurde und die Häufigkeit von Kinetose im Auto ganz allgemein. Die Einteilung von Kinetose kritischen und unkritischen Probanden fand hier mithilfe einer bestimmten Antwortkombination statt (vgl. 3.2.4). Nur jene Probanden, die in einer bestimmten Situation im Auto ‚immer‘, oder in mehr als zwei Situationen ‚öfters‘ Kinetose haben, wurden als ‚Kinetose kritisch‘ beschrieben. Die Definition von Kinetose kritischen und unkritischen Probanden ist nur auf die Ergebnisse dieser Studie und die Probanden der Studienkohorte bezogen und daher nur bedingt mit Angaben aus der Literatur vergleichbar. Green erwähnt in einem Review zur Kinetose ebenfalls die Problematik der Vergleichbarkeit von Kinetose-Studien, da sich die einzelnen Bewertungsskalen immer in einigen Variablen voneinander unterscheiden (Green, 2016).

4.2 Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur

4.2.1 Einfluss des Geschlechts (Hypothese 1)

Die Ergebnisse zeigen, dass es Unterschiede zwischen den Antworten der Frauen und jenen der Männer gibt. Insgesamt geben die Frauen häufiger an unter Kinetose zu leiden als die Männer. Auch in der Literatur findet sich diese Beobachtung wieder (Lawther und Griffin, 1988; Turner und Griffin, 1999a). Da es sich bei Umfragen um die eigene Einschätzung der Probanden handelt, gibt es bereits die Vermutung, dass der Grund für diesen geschlechterbezogenen Unterschied darin liegt, dass Frauen Schwächen eher zugeben als Männer (Diels und Bos, 2015; Turner und Griffin, 1999a).

Es gibt Studien, die versuchen den Faktor der subjektiven Selbsteinschätzung zu eliminieren, indem sie den Zustand der Probanden während bestimmter Experimente objektiv darstellen und vergleichen. Zur Detektion und Beurteilung von Kinetosesymptomen werden hierzu allgemein gültige Messmethoden angewandt, wie beispielsweise das Messen der Herzfrequenz, der Durchblutung oder der Magenaktivität. Bei einer Studie von Jokerst et al. unterzogen sich 34 Männer und 34 Frauen optokinetischen Tests, während bei ihnen eine Elektrogastrographie als objektive Messung der Kinetose Symptomatik, durchgeführt wurde (Jokerst et al., 1999). Alle 3 Minuten mussten die Probanden ihre Symptome bewerten. Im Anschluss an den Test wurde jeder Proband erneut nach seinem Befinden mittels Fragebogen befragt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Frauen im Vergleich zu den Männern beim Fragebogen häufigerangaben Kinetosesymptome während des Experiments erfahren zu haben. Die objektive Testung der Magenaktivität zeigte aber interessanterweise keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten der Frauen und jenen der Männer (Jokerst et al., 1999). Auch bei anderen Studien konnte kein nennenswerter Unterschied in den objektiven Messwerten von Kinetosesymptomen zwischen den männlichen und weiblichen Probanden gefunden werden (Cheung und Hofer, 2003; Park und Hu, 1999). Bei Jokerst et al. gaben die Frauen im Fragebogen vor allem gastrointestinale Symptome häufiger an als Männer (Jokerst et al., 1999). Das zeigt auch die hier vorliegende Umfrage, in der die Frauen Symptome wie allgemeines Unwohlsein, Magenprobleme, Übelkeit oder Erbrechen signifikant häufiger ($p \leq 0,001$) als Männer angaben. Man könnte vermuten, dass Frauen sensibler auf bauchbezogene Symptome achten oder reagieren, weil sie regelmäßiger mit solchen zu tun haben, wie beispielsweise durch Menstruationsbeschwerden mit Unwohlsein und Bauchschmerzen oder Schwangerschaftsübelkeit. Die Daten der Umfrage reichen allerdings nicht aus, um

diesbezüglich eine klare Aussage treffen zu können. In der Literatur finden sich auch Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Migräne und erhöhter Kinetoseanfälligkeit (Cuomo-Granston und Drummond, 2010; Murdin et al., 2015; Paillard et al., 2013; Wang und Lewis, 2016). In der hier vorliegenden Umfrage gaben dreimal so viele Frauen (n=33) an, unter Migräne zu leiden wie Männer (n=11). Insgesamt ist die Zahl an Probanden, welche unter Migräne leiden, zu gering, um hier von einem Zusammenhang mit der erhöhten Angabe von Kinetoseanfälligkeiten bei Frauen sprechen zu können.

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Umfrage lassen vielmehr darauf schließen, dass die häufigere Angabe von Problemen mit Kinetose bei Frauen an der Sitzposition liegen könnte. Insbesondere auf der Rückbank und beim Lesen, also immer dann, wenn die Sicht während der Fahrt besonders eingeschränkt ist, gaben Frauen signifikant häufiger an Probleme mit Kinetose zu haben als Männer ($p \leq 0,001$). Das entspricht auch den Ergebnissen der Studie von Turner und Griffin, die herausfanden, dass Frauen häufiger Kinetosebeschwerden haben als Männer, wenn sie während der Fahrt eine schlechte Sicht haben (Turner und Griffin, 1999a). Bei guter Sicht wiederum besteht kein nennenswerter Unterschied zwischen den Geschlechtern. In den Ergebnissen der hier vorliegenden Umfrage gaben Frauen häufiger an, als Beifahrer im Auto mitzufahren als Männer (42% der Frauen fahren ‚täglich‘ oder ‚1-3 mal pro Woche‘ als Beifahrer mit, während es bei Männern nur 24% sind). Im Vergleich zum Fahrer ist der Beifahrer einer deutlich größeren Gefahr des Erleidens von Kinetose ausgesetzt (vgl. Kapitel 4.2.2). Dies lässt vermuten, dass der Grund für die erhöhte Angabe von Problemen mit Kinetose bei den Frauen weniger an ihrem Geschlecht als an der Sitzplatzwahl im Auto liegt.

4.2.2 Einfluss der Sitzposition (Hypothese 2)

In der Literatur finden sich einige Studien, die untersuchen, weshalb der Fahrer eines Fahrzeuges seltener von Kinetose betroffen ist als der Beifahrer (Probst et al., 1982; Rolnick und Lubow, 1991; Wada et al., 2012). Vergleicht man die beiden Sitzpositionen, so unterscheiden sie sich vor allem in der Kontrolle über die Bewegung, der Sicht und der Körperhaltung während der Bewegung. In den oben genannten Studien wird die Relevanz dieser Gründe bezogen auf das Auftreten von Kinetose untersucht.

Während der Fahrer ständig auf die Straße blickt, um das Fahrzeug sicher zu lenken, wechselt der Beifahrer seinen Blick ständig oder liest vielleicht sogar ein Buch. Probst et al. unterzogen 18 Freiwillige als Beifahrer auf einer Autobahnteststrecke einem Test,

bei welchem eine vorgegebene Abfolge von linearen Beschleunigungen gefahren wurden und dabei drei unterschiedliche visuelle Situationen getestet wurden: offene Augen, verschlossene Augen und ein Buch lesen (Probst *et al.*, 1982). Die Ergebnisse zeigten, dass das Auftreten von Kinetose beim Beifahrer mit dessen Sichtfeld zusammenhängt, wobei ein aufmerksamer Beifahrer die geringsten Probleme und ein lesender Beifahrer die größten hat. Auch die Körperhaltung und Kopfbewegung des Fahrers während einer Kurve unterscheidet sich von der des Beifahrers. Während sich der Fahrer in einer Kurve stets gegen die Zentrifugalkraft lehnt, geht der Beifahrer passiv mit der Kurvenbewegung mit. Wada fand heraus, dass das Auftreten von Kinetose signifikant verhindert oder zumindest verringert werden kann, wenn der Beifahrer in Kurven der Bewegung des Fahrers folgt und sich ebenfalls gegen die Zentrifugalkraft lehnt (Wada *et al.*, 2012). Rolnick und Lubow beschrieben, dass vermutlich eine Kombination aus diesen Gründen zur Immunität des Fahrers führt, aber sie sahen in der Kontrolle über die Bewegung die Hauptursache dafür (Rolnick und Lubow, 1991). Sie setzten in einem Simulator Probandenpaare Bewegungen aus, die nur von einem der beiden Probanden kontrolliert wurden. Um alle anderen Faktoren auszuschalten, saßen die Paare nebeneinander und sollten nach vorne schauen (gleiches Sichtfeld), ihnen wurde auditiv mitgeteilt, welche Bewegung als nächstes folgen würde (gleiche Erwartung) und ihre Köpfe wurden mit Hilfe einer Konstruktion verbunden (gleiche Kopfbewegung). Beide Probanden bekamen einen Joystick in die Hand, aber nur ein Proband hatte damit die Kontrolle und konnte die angesagten Bewegungen ausführen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Gruppe an Probanden mit Kontrolle signifikant weniger Kinetose Symptome hatten als diejenigen ohne Kontrolle (Rolnick und Lubow, 1991).

Beim Fragebogen der hier vorliegenden Arbeit wurden die Probanden nicht nur nach ihrem Befinden als Fahrer und Beifahrer gefragt, es wurde zusätzlich noch zwischen dem Beifahrer vorne und dem Beifahrer hinten unterschieden. Dabei ist ein signifikanter Unterschied zwischen der Kinetosehäufigkeit des Fahrers und der des Beifahrers vorne aufgefallen, wobei der Beifahrer häufiger von Kinetose betroffen ist. Dieses Ergebnis entspricht der eben erwähnten Literatur (Probst *et al.*, 1982; Rolnick und Lubow, 1991; Wada *et al.*, 2012). Zusätzlich wurde aber auch ein signifikanter Unterschied zwischen dem Beifahrer vorne und dem Beifahrer hinten ermittelt, wobei der Beifahrer hinten häufiger von Kinetose betroffen ist. Grund hierfür ist vermutlich das eingeschränkte Sichtfeld, durch die Kopfstützen und Lehnen der vorderen Sitze, sowie die kleineren Seitenfenster. Das würde auch die Vermutung von Probst *et al.* unterstützen, dass die Kinetose

Anfälligkeit steigt, je mehr stationäre Fahrzeugkontraste im Blickfeld des Menschen sind (Probst *et al.*, 1982).

In der Literatur wird außerdem das Phänomen bestätigt, dass Beifahrern besonders häufig schlecht wird, wenn sie während der Fahrt lesen (Probst *et al.*, 1982). Die vorliegende Umfrage zeigt ebenfalls, dass das Lesen im Auto für die Probanden die kritischste Situation darstellt und zwar fahrsituationsunabhängig (vgl. Abbildung 14). Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Häufigkeit von Kinetose bei Beifahrern hinten und den Beifahrern, die ein Buch lesen ($p \leq 0,001$). Diese Beobachtung ist mithilfe der ‚conflict theory‘ zu erklären, da beim Lesen eines Buches visuell eine scheinbare Unbewegtheit signalisiert wird, welche der vestibulären Wahrnehmung von Bewegung widerspricht.

4.2.3 Einfluss der Bewegungsrichtung (Hypothese 3)

Ein Fahrzeug hat sechs verschiedene Bewegungsmöglichkeiten, wovon drei Translationsbewegungen sind und die anderen drei Rotationsbewegungen (jeweils entlang, bzw. um die X-, Y-, oder Z-Achse des Fahrzeugs; vgl. Kapitel 1.4). Schon in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts beschäftigten sich Forscher mit der Frage, welche dieser Bewegungen am ehesten zu Kinetose führt. Tyler und Bard verfassten eine detaillierte Zusammenfassung aller damals existierenden Studien und kamen zu dem Fazit, dass in allen Fällen der Kinetose, insbesondere die Translationsbewegungen ausschlaggebend sind (Tyler und Bard, 1949). Durch experimentelle Untersuchungen und Umfragen in Simulatoren bzw. Schiffen wurde weiter gezeigt, dass vor allem vertikale Bewegungen (entlang der Z-Achse) Kinetose auslösen (Lawther und Griffin, 1987, 1986; O’Hanlon und McCauley, 1974, 1973). Da im Auto, anders als auf dem Schiff, vertikale Bewegungen nur selten vorkommen, musste für Landfahrten zusätzlich untersucht werden, welche der Bewegungen in der Horizontalebene besonders großen Einfluss auf die Kinetoseentstehung haben. Vogel *et al.* ließen 38 Probanden in einem Krankenwagen eine Teststrecke absolvieren und hielten fest, in welcher Position sie eher Kinetose bekamen (Vogel, Kohlhaas and von Baumgarten, 1982). Sie befanden sich dabei in sitzender Position mit Blick aus der Frontscheibe oder wurden liegend transportiert entweder mit dem Kopf nach vorne oder hinten gerichtet. Ihre Ergebnisse zeigten, dass negative Beschleunigungen (Bremsen) entlang der X- Achse des Körpers (sitzender Proband) effektiver Kinetose verursachen als entlang der Z-Achse des Körpers (liegender Proband). Golding und Kerguelen untersuchten in einer Studie, ob Probanden im Sitzen oder Liegen eher bei

horizontalen oder vertikalen Bewegungen Probleme haben und zeigten ebenfalls, dass immer Bewegungen entlang der X- Achse des Körpers besonders kritisch sind (Golding und Kerguelen, 1992). Diese Ergebnisse erklären, weshalb Kinetose anfällige Menschen bei Transporten mit dem Helikopter im Sitzen und bei Transporten auf der Straße im Liegen transportiert werden sollten (Probst *et al.*, 1982). Es fehlte aber noch die Untersuchung, ob bei sitzenden Passagieren Bewegungen entlang der X-Achse (des Körpers und Fahrzeuges) oder solche entlang der Y-Achse (des Körpers und Fahrzeuges) eher Kinetose provozieren und wie es sich mit rotatorischen Bewegungen verhält. Turner und Griffin fanden bei einer großangelegten Umfrage in Bussen heraus, dass das Unwohlsein der Probanden signifikant mit dem Rotieren um die Z-Achse, und den Translationsbewegungen entlang der X- und Y-Achse, insbesondere im niedrigen Frequenzbereich von unter 0,5 Hz, zusammenhängt (Turner und Griffin, 1999c). Das größte Kinetose-provozierende Potenzial sahen sie in den Bewegungen entlang der Querachse (Y-Achse). Die seitwärts Bewegungen des Buses sind dabei vorne am geringsten und nehmen nach hinten im Fahrzeug zu. Passagieren wird demnach im hinteren Drittel von Bussen am ehesten schlecht (Turner und Griffin, 1999c).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass zusätzlich zur Bewegungsrichtung auch die Geschwindigkeit des Autos eine Rolle in der Kinetose Entwicklung spielen kann. Wie bei Turner und Griffin, so beurteilen auch hier die Probanden Bewegungen entlang der Y-Achse als unangenehm, unabhängig davon, ob sie mit hoher Geschwindigkeit (Autobahn), oder geringer Geschwindigkeit (Stadt) unterwegs sind. Bei Autofahrten jedoch bewerten die Probanden Bewegungen entlang der X-Achse (Bremsen/Beschleunigen) sitzplatzunabhängig als noch kinetosekritischer, im Vergleich zu solcher entlang der Y-Achse (Spurenwechsel). Bei den Ergebnissen der Stadt war diese Tendenz nicht zu sehen. Vermutlich spielt hier Angst eine wichtige Rolle. Auf der Autobahn geht es meist in einer konstanten aber relativ hohen Geschwindigkeit geradeaus, während man in der Stadt häufig dem sogenannten stop-and-go Verkehr ausgesetzt ist. Mit plötzlichem Bremsen oder Beschleunigen auf der Autobahn wird also weniger gerechnet und zudem ist die Differenz zur ursprünglich gefahrenen Geschwindigkeit viel größer als in der Stadt. Eine Ausnahme wäre hier natürlich ein sehr rasanter oder sportlicher Fahrstil. In diesem Fall ist sich der Großteil der Probanden einig: ein sportlicher Fahrstil löst bei ihnen am ehesten Kinetose aus, im Vergleich zu einem vorsichtigen und mittleren Fahrstil. Zu dieser Schlussfolgerung kamen auch Bertolini und Straumann in ihrem Review. Sie vermuteten, dass sowohl Bewegungen entlang der Querachse als auch entlang der

Längsachse kritisch sind, aber, dass die Kinetosewahrscheinlichkeit vor allem vom Fahrstil des Fahrers abhängt (Bertolini und Straumann, 2016). Um nachzuweisen, welche Bewegungen im Auto tatsächlich den größten Einfluss haben, müsste ein Experiment ähnlich dem von Turner und Griffin, aber mit PKWs anstatt der Busse, durchgeführt werden. Vielleicht wäre es auch möglich, durch Messungen der Herzfrequenz, zunehmender Transpiration oder Pupillenerweiterung zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von Angst und Kinetose besteht.

4.2.4 Zusammenhang zu Kinetose anderer Art (Hypothese 4)

Die Probanden bewerteten die Schifffahrt bei starkem Seegang als am kritischsten, gefolgt von der Achterbahn und dem Kettenkarussell. Es ist auffallend, dass es sich dabei um Fahrzeuge mit besonders ausladenden Bewegungen handelt. Zugfahrten scheinen hingegen unproblematisch zu sein, zumindest wenn man vorwärts sitzt. Dies gilt auch nur für reguläre Züge. Bei sogenannten Neigezügen, die entwickelt wurden um Strecken trotz Kurven schneller befahren zu können, wurde festgestellt, dass die Kinetoseinzidenz deutlich höher ist als bei sich nicht neigenden Zügen (Forstberg, Andersson und Ledin, 1998; Cohen *et al.*, 2011).

Auch beim Betrachten der Ergebnisse bezüglich des Flugzeuges wird deutlich, dass ruhige Flüge weniger problematisch sind als turbulente. Wenn das Flugzeug ruhig fliegt, haben nur 18% der Probanden ‚selten‘, ‚öfters‘ oder ‚immer‘ Kinetose, beim Auftreten von Turbulenzen sind es hingegen schon 48%. Vermutlich wird die Kinetose in diesen bewegungsintensiven Situationen zum Teil auch durch die steigende Angst provoziert, ähnlich wie es bereits bei den Autobahnfahrten vermutet wurde. Da die Probanden in der vorliegenden Studie allerdings keine Angaben zu bestehenden Ängsten gemacht haben, bleibt es vorerst nur bei einem vermuteten Zusammenhang.

Interessanterweise zeigen die Ergebnisse des Weiteren, dass sich die Kinetoseanfälligkeit nicht nur auf ein bestimmtes Fortbewegungsmittel bezieht. In der vorliegenden Studie wurden 57,6% der Probanden anhand ihrer Antworten bezüglich Kinetose im Auto als ‚Kinetose kritisch‘ eingestuft. Bei diesen Probanden tritt auch in anderen Situationen und Fortbewegungsmitteln deutlich häufiger Kinetose auf als bei den ‚Kinetose unkritischen‘ Probanden. Wer Probleme mit Übelkeit beim Autofahren hat, scheint also auch in anderen Situationen anfälliger dafür. Die Bewegungsprofile der abgefragten Fortbewegungsmittel sind alle unterschiedlich, ebenso wie die visuellen Impulse in den jeweiligen

Situationen. Es könnte also vermutet werden, dass der Grund für die Anfälligkeit an situationsübergreifend gleichbleibenden Faktoren liegt. Von den ‚Kinetose kritischen‘ Probanden sind 59% weiblich, von den ‚Kinetose unkritischen‘ sind 64% männlich und der Altersdurchschnitt der ‚kritischen‘ Gruppe liegt 9 Jahre über dem der ‚unkritischen‘ Probanden (vgl. Tabelle 5). Diese Beobachtungen sind jedoch nicht eindeutig genug, um die Theorie zu bestätigen, dass Kinetose mit dem Alter oder Geschlecht zusammenhängt. Von den ‚Kinetose kritischen‘ Probanden haben 73% die Probleme bereits seit ihrer Kindheit und leiden nach wie vor darunter. Es wäre also auch denkbar, dass man eine Art Veranlagung zur Kinetose haben kann. Der Grund hierfür könnte ein anatomischer sein, wie zum Beispiel ein unterschiedliches Gewicht der Otolithen auf rechter oder linken Seite. Dieser mögliche Zusammenhang konnte an Fischen bereits nachgewiesen werden (Scherer, 2014). Messungen des Otolithengewichts beim Menschen sind wegen der Kleinheit (ca. 3µm) und Vielzahl (ca. 300.000) nicht möglich. Somit ist die Frage, inwieweit beim Menschen anatomische Gründe vorliegen, mikroskopisch nicht zu klären. Untersuchungen, die beweisen, dass auch beim Menschen ein Grund für die Kinetose in der Gewichtsdivergenz der Otolithen liegt, stehen noch aus. Erst durch sie könnte sich zeigen, ob Geschlechtsdifferenzen bestehen, die mit den Angaben von Kinetoseempfindlichkeit korrelieren.

4.3 Schlussfolgerung im Bezug auf das autonome Fahren

Die Ergebnisse dieser Studie haben bestätigt, dass Kinetose ein allgemein bekanntes und häufig auftretendes Phänomen ist, insbesondere beim Autofahren. So wurden über die Hälfte der Probanden (57,6%) aufgrund ihrer Angaben als ‚Kinetose kritisch‘ eingeschätzt. Kinder und Jugendliche wurden von der Studie ausgeschlossen, so zeigt dieses Ergebnis deutlich, dass Kinetose bei weitem kein Leiden ist, dass nur im Kindes- oder Jugendalter auftritt. Der Altersmedian der anfälligen Probanden der Studie liegt bei 31 Jahren.

Man sollte daher kritisch beurteilen, ob sich das passive Fahren im selbststeuernden Auto positiv oder negativ im Hinblick auf Kinetose der Passagiere auswirken würde. Hier sei kurz erwähnt, dass es 5 verschiedene Level in der Automatisierung eines Fahrzeuges gibt (Paulsen, 2018). Bei Level 1 und 2 wird einem lediglich beim Fahren assistiert (z.B. Tempomat, automatischer Spurenassistent), der Fahrer beherrscht das Fahrzeug aber

noch ständig. Bei Level 3 ist ein streckenweises Abgeben der Fahraufgabe an das Fahrzeug möglich. In Gefahrensituationen muss der Fahrer aber jederzeit übernehmen können. Bei Level 4 kann der Fahrer vollständig zum passiven Passagier werden. Er darf schlafen o.ä. und das Fahrzeug fährt vollautomatisch. Falls das System an seine Grenzen stößt, registriert es dies rechtzeitig und bringt das Fahrzeug in eine sichere Lage, bis der passive Passagier wieder übernehmen kann. Bei Level 5 wird es nur noch passive Passagiere geben. Die Autos fahren vollautomatisch und können auch ohne Personen fahren. Hier ist ein Eingreifen ins Fahrgeschehen nicht mehr nötig und möglich.

Im Folgenden soll diskutiert werden, inwiefern Kinetose beim autonomen Fahren eine Rolle spielen kann. Es wird sich demnach nur auf die Situationen von Level 3-5 bezogen, in welchen der Autofahrer zum passiven Passagier wird. Die Annahme, dass sich durch diesen Rollenwechsel das Risiko von Kinetose erhöht, scheint gleich aus mehreren Gründen begründet.

Es gaben 59% der Befragten an, täglich oder mindestens 1-3 mal pro Woche selbst am Steuer zu sitzen. Dieser Anteil würde durch die Technik der autonomen Autos vom aktiven Fahrer in die Rolle des passiven Beifahrers versetzt werden. Mit der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Kinetose Neigung vom Fahrer zum Beifahrer und von den vorderen Sitzen hin zur Rückbank zunimmt. Es wäre also gut vorstellbar, dass der Anteil der bisher aktiv fahrenden Probanden in der dann passiven Rolle des Beifahrers häufiger Probleme mit Kinetose bekommen würde.

Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass die Probanden ein großes Problem mit Kinetose im Auto haben, wenn sie während der Fahrt lesen. Der vermeintliche Vorteil des autonom fahrenden Autos, die Zeit zum Arbeiten oder Lesen nutzen zu können, muss daher gegen das steigende Risiko von Kinetose abgewägt werden.

In der Studie wurde nicht ausdrücklich gefragt, wie Probanden das Rückwärtssitzen im Auto hinsichtlich der Kinetose beurteilen. Die Ergebnisse bezogen auf Zugfahrten lassen jedoch vermuten, dass beim rückwärtsgerichteten Fahren im Auto das Auftreten einer Kinetose wahrscheinlicher würde. Die Vorstellung, dass man zukünftig in einem autonom fahrenden Auto um einen Tisch wie in einem Wohnzimmer sitzen kann, muss aus diesem Grund ebenfalls kritisch hinterfragt werden. Passagiere, die entgegen der Fahrtrichtung sitzen, würden vermutlich vermehrt unter Kinetose leiden.

Es konnte zudem gezeigt werden, dass ‚Kinetose kritische‘ Probanden nicht nur im Auto vermehrt Probleme mit Kinetose haben, sondern auch in anderen Fortbewegungsmitteln und visuell anspruchsvollen Situationen. Betrachtet man das autonom fahrende Auto also

als eine alternative Art der Fortbewegung zum regulären Auto, so lassen auch diese Ergebnisse der Studie keine Verringerung der Kinetosehäufigkeit vermuten.

Aufgrund der genannten Beobachtungen erscheint es als sehr wahrscheinlich, dass in autonom fahrenden Autos die Häufigkeit von Kinetose zunehmen wird. Dies gilt zumindest solange, wie die Technologie und die Fahrmanöver der neuen Autos nicht auf dieses mögliche Risiko angepasst werden. Es gaben 64,2% der Probanden an, dass bei ihnen ein sportlicher Fahrstil Kinetose auslöst. Die Software des autonom fahrenden Autos sollte also so programmiert sein, dass starkes Bremsen und Beschleunigen sowie ruckartiger Spurenwechsel vermieden werden. Dies kann beispielsweise durch ein hochsensibles System an Sensoren am Fahrzeug und einer Abstimmung zwischen den einzelnen Fahrzeugen untereinander gewährleistet werden. Interessanterweise wurde von den Probanden bei bereits bestehenden Symptomen von Kinetose das Verändern in der Fahrweise wie beispielsweise ‚langsamer fahren‘ oder ‚vermeiden von starkem Lenken‘ verhältnismäßig selten (max. von 25%) als hilfreiche Strategien angegeben. Treten also bereits Symptome auf, so scheinen diese Maßnahmen bei den meisten Probanden nicht mehr auszureichen, um gegen die Kinetose zu helfen. Eine Autofahrt in der Zukunft sollte demnach von Beginn an ruhig und gleichmäßig verlaufen, vergleichbar mit einer Zugfahrt heute. Hier haben über 80% der Probanden nie Probleme mit Kinetose, solange sie in Fahrtrichtung sitzen.

Auch das Design und die Ausstattung der zukünftigen Autos kann die Kinetosehäufigkeit stark beeinflussen oder beim Auftreten von Symptomen helfen. Durch große Fenster oder bessere Bewegungsmöglichkeiten durch dezenter gestaltete Sitze, könnte das Kinetoserisiko verringert werden (Diels und Bos, 2015). Auch die hier vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine gute Sicht aus dem Auto hilfreich ist. So gaben bei der Frage nach hilfreichen Strategien bei bereits bestehenden Symptomen 26% der Probanden an, dass ihnen ‚aus dem Fenster schauen‘ helfen würde. Häufig wurde auch ‚selber fahren‘ (45%) und ‚lesen o.ä. vermeiden‘ (39%) angegeben. Interessanterweise wurde einer ‚guten Belüftung‘ (44%) ein ähnlich großer Stellenwert wie dem ‚selber fahren‘ beigemessen. In Bezug auf das autonom fahrende Auto wäre es also denkbar, dass auch eine gut eingestellte Klimaanlage oder ein anderes Belüftungssystem das Risiko von Kinetose senken und bei auftretenden Symptomen helfen kann.

4.4 Ausblick

Autonom fahrende Autos werden bereits heute versuchsweise getestet, unabhängig davon, wie viele Menschen unter Kinetose leiden oder nicht. Um jedoch auch für all die anfälligen Personen dieses zukünftige Fortbewegungsmittel nutzbar zu machen, ist es sinnvoll, schon im Vorfeld über mögliche Verbesserungen der Technik zur Vermeidung von Kinetose zu forschen. Kinetose in autonom fahrenden Autos zu verhindern hätte nicht nur einen positiven Effekt auf das Wohlbefinden des Nutzers, sondern auch auf die Sicherheit im Straßenverkehr.

Bisher sind die autonom fahrenden Autos noch nicht vollautomatisch, sondern bedürfen noch des situationsabhängigen Eingreifens von Menschen (Level 3-4). Eine Studie von Miller et al. untersuchte mit solch halbautomatischen Autos, wie schnell Menschen bei komplexen Fahrsituationen eingreifen können (Miller *et al.*, 2015). Die Probanden haben während der Fahrt ein Buch gelesen, geschlafen oder passiv das Fahrgeschehen verfolgt. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass nach bestimmter Ablenkung (lesen) oder Schlafen, die Reaktionsgeschwindigkeit verlangsamt ist. Es ist denkbar, dass es für Personen, die unter Kinetosesymptomen leiden, noch schwieriger ist, in solchen Situationen einzugreifen. Erste Studien zeigen, dass Kinetose einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit eines Menschen haben kann (Smyth *et al.*, 2019). Smyth et al. ließen 51 Probanden mehrere Tests durchlaufen und fanden mithilfe eines Simulators heraus, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Kinetose und ihren Leistungen bestand. Es wäre interessant zu sehen, ob diese Ergebnisse auch nachgewiesen werden könnten, wenn die Experimente nicht in einem Simulator, sondern in einem normalen oder aber autonom fahrenden Auto durchgeführt würden. Aus Sicherheitsgründen scheinen also Fahrzeuge der Level 3 und 4, die ein situationsbedingtes Eingreifen vom Passagier bedürfen, sehr bedenklich, insbesondere für kinetoseanfällige Passagiere.

Es ist sinnvoll moderne Techniken dort zu nutzen, wo sie dem Menschen behilflich sein können. In Bezug auf das autonome Fahren scheint die Biologie des Menschen aber in mancher Hinsicht ein limitierender Faktor dieses Fortschritts zu sein. Für eine hinreichende Sicherung der Reaktionsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer und ein Minimieren des Kinetoserisikos in einem autonom fahrenden Auto wären weitere experimentelle Untersuchungen zum besseren Verständnis der Ursachen und Prävention der Kinetose sinnvoll.

5. Literaturverzeichnis

Ansari, M., Porouhan, P., Mohammadianpanah, M., Omidvari, S., Mosalaei, A., Ahmadloo, N., Nasrollahi, H. und Hamed, S. H. (2016) 'Efficacy of Ginger in Control of Chemotherapy Induced Nausea and Vomiting in Breast Cancer Patients Receiving DoxorubicinBased Chemotherapy', *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 17, pp. 3877–3880.

Basta, D. (2012) 'Vestibularorgane', in Ernst, A. und Basta, Dietmar (eds) *Gleichgewichtsstörungen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, pp. 1–3.

Bertolini, G. und Straumann, D. (2016) 'Moving in a Moving World: A Review on Vestibular Motion Sickness', *Frontiers in Neurology*, 7(FEB), pp. 1–11.

Bos, J. E., MacKinnon, S. N. und Patterson, A. (2005) 'Motion sickness symptoms in a ship motion simulator: Effects of inside, outside, and no view', *Aviation Space and Environmental Medicine*, 76(12), pp. 1111–1118.

Caillet, G., Bosser, G., Gauchard, G. C., Chau, N., Benamghar, L. und Perrin, P. P. (2006) 'Effect of sporting activity practice on susceptibility to motion sickness', *Brain Research Bulletin*. Elsevier, 69(3), pp. 288–293.

Cheung, B. und Hofer, K. (2003) 'Lack of gender difference in motion sickness induced by vestibular Coriolis cross-coupling.', *Journal of vestibular research: equilibrium & orientation*, 12(4), pp. 191–200.

Cheung, B. S., Howard, I. P. und Money, K. E. (1991) 'Visually-induced sickness in normal and bilaterally labyrinthine-defective subjects.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 62(6), pp. 527–31.

Cohen, B., Dai, M., Ogorodnikov, D., Laurens, J., Raphan, T., Müller, P., Athanasios, A., Edmaier, J., Grossenbacher, T., Stadtmüller, K., Brugger, U., Hauser, G. und Straumann, D. (2011) 'Motion sickness on tilting trains', *The FASEB Journal*. Wiley, 25(11), pp. 3765–3774.

Cuomo-Granston, A. und Drummond, P. D. (2010) 'Migraine and motion sickness: What is the link?', *Progress in Neurobiology*, 91(4), pp. 300–312.

Davis, J. R., Vanderploeg J. M., Santy, P. A., Jennings, R. T. und Stewart, D. F. (1988) 'Space motion sickness during 24 flights of the space shuttle.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 59(12), pp. 1185–9.

Diels, C. und Bos, J. E. (2015) 'Self-driving carsickness', *Applied Ergonomics*. Elsevier Ltd, 53, pp. 374–382.

Flörchinger, B. (2012) 'Kinetosen', in Jelinek, T. (ed.) *Kursbuch Reisemedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, pp. 68-74.

Forstberg, J., Andersson, E. und Ledin, T. (1998) 'Influence of different conditions for tilt compensation on symptoms of motion sickness in tilting trains', *Brain research bulletin*, 47(5), pp. 525–535.

Gahlinger, P. M. (2000) 'Cabin location and the likelihood of motion sickness in cruise ship passengers.', *Journal of travel medicine*, 7(3), pp. 120–4.

Golding, J. F., Phil D., Markey, H. M. und Stott J. R. R. (1995) 'The effects of motion direction, body axis, and posture on motion sickness induced by low frequency linear oscillation', *Aviation Space and Environmental Medicine*, 66(11), pp. 1046–1051.

Golding, J. F., Phil, D. and Markey, H. M. (1996) 'Effect of frequency of horizontal linear oscillation on motion sickness and somatogravic illusion.', *Aviation Space and Environmental Medicine*, 67(February 1996), pp. 121–126.

Golding, J. F. (1998) 'Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness', *Brain Research Bulletin*. Elsevier, 47(5), pp. 507–516.

Golding, J. F. (2006) 'Motion sickness susceptibility', *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 129(1–2), pp. 67–76.

Golding, J. F. (2016) 'Motion sickness', in *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier, pp. 371–390.

Golding, J. F. und Kerguelen, M. (1992) 'A comparison of the nauseogenic potential of low-frequency vertical versus horizontal linear oscillation', *Aviation Space and Environmental Medicine*, 63(6), pp. 491–497.

Golding, J. F. und Patel, M. (2017) 'Meniere's, migraine, and motion sickness', *Acta Otolaryngologica*, 137(5), pp. 495–502.

Graybiel, A. (1970) Susceptibility to acute motion sickness in blind persons. Abgerufen 07. Februar 2019, von <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19700014219.pdf>.

Graybiel, A. und Knepton, J. (1976) 'Sopite syndrome: a sometimes sole manifestation of motion sickness.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 47(8), pp. 873–82.

Green, P. (2016) Motion sickness and Concerns for Self-Driving Vehicles: A Literature Review, Abgerufen 13. Januar 2019, von <http://www.umich.edu/~driving/publications/Motion-Sickness--Report-061616pg-sent.pdf>

Griffin, M. J. und Newman, M. M. (2004) 'Visual field effects on motion sickness in cars.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 75(9), pp. 739–48.

Hegemann, S. (2010) 'Die Entstehung von Kinetose', in *Hören und Gleichgewicht*. Springer, Vienna, p. 185.193.

Highstein, S. M. (2004) 'Anatomy and Physiology of the Central and Peripheral Vestibular System: Overview', in Highstein, S. M., Fay, R. R., and Popper, A. N. (eds) *The Vestibular System*. New York: Springer-Verlag, pp. 1–10.

Hinghofer-Szalkay, H. (2019) *Physiologie des vestibulären Innenohrsystems*. Abgerufen 17. Juli 2019, von <http://physiologie.cc/XIV.9.htm>

Ishak, S., Bubka, A. und Bonato, F. (2018) 'Visual Occlusion Decreases Motion Sickness in a Flight Simulator', *Perception*, 47(5), pp. 521–530.

Jarisch, R. (2009) 'Seekrankheit, Histamin und Vitamin C', *Österreichische Ärztezeitung*, 5, pp. 32–41.

Jokerst, M. D., Gatto, M., Fazio, R. und Gianaros, P. J. (1999) 'Effects of gender of

subjects and experimenter on susceptibility to motion sickness', *Aviation Space and Environment Medicine*, 70(10), pp. 962–965.

Kennedy, R. S., Moroney, W. F., Bale, R. M., Gregoire, H. G. und Smith, D. G. (1971) *Comparative Motion Sickness Symptomatology and Performance Decrements Occasioned by Hurricane Penetrations in C-121, C-130, and F-3 Navy Aircraft*. Abgerufen 10. Juni 2019, von <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/743928.pdf>.

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S. und Lilienthal, M. G. (1993) 'Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness', *The International Journal of Aviation Psychology*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. , 3(3), pp. 203–220.

Kingma, H. und Janssen, M. (2013) 'Biophysics of the Vestibular System', in *Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance*. Oxford University Press, pp. 1–14.

Koch, A., Cascorbi, I., Westhofen, M., Dafotakis, M., Klapa, S. und Kultz-Buschbeck, J. P. (2018) 'See- und Reisekrankheit', *Deutsches Aerzteblatt*, 115(41), pp. 687–696.

Kraftfahrt Bundesamt (2019) *Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2019*. Abgerufen 10. April 2019, von https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html

Krueger, W. W. O. (2011) 'Controlling motion sickness and spatial disorientation and enhancing vestibular rehabilitation with a user-worn see-through display', *The Laryngoscope*, 121(2), pp. 17–35.

Lawther, A. und Griffin, M. J. (1986) 'The motion of a ship at sea and the consequent motion sickness amongst passengers', *Ergonomics*, 29(4), pp. 535–552.

Lawther, A. und Griffin, M. J. (1987) 'Prediction of the incidence of motion sickness from the magnitude, frequency, and duration of vertical oscillation.', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 82(3), pp. 957–66.

Lawther, A. und Griffin, M. J. (1988) 'A survey of the occurrence of motion sickness amongst passengers at sea.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 59(5), pp.

399–406.

Levine, M. E., Chillas, J. C., Stern, R. M. und Knox, G. W. (2000) 'The effects of serotonin (5-HT₃) receptor antagonists on gastric tachyarrhythmia and the symptoms of motion sickness.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 71(11), pp. 1111–4.

Marr, B. (2018) Key Milestones Of Waymo - Google's Self-Driving Cars, *Forbes*. Abgerufen 12. November 2018, von <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/21/key-milestones-of-waymo-googles-self-driving-cars/#263242f15369>

Miller, D., Sun, A., Johns, M., Ive, H., Sirkin, D., Aich, S. und Ju, W. (2015) 'Distraction becomes engagement in automated driving', *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2015-Janua(September), pp. 1676–1680.

Miller, K. E. und Muth, E. R. (2004) 'Efficacy of acupressure and acustimulation bands for the prevention of motion sickness.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 75(3), pp. 227–34.

Murdin, L., Chamberlain, F., Cheema, S., Arshad, Q., Gresty, M. A., Golding, J. F. und Bronstein, A. (2015) 'Motion sickness in migraine and vestibular disorders', *Neurol Neurosurg Psychiatry*, 86, pp. 585–5587.

Neimer, J., Eskiizmirliler, S., Ventre-Dominey, J., Darlot, C., Luyat, M., Gresty, M. A. und Ohlmann, T. (2001) 'Trains with a view to sickness', *Current Biology*, 11(14), pp. 549–550.

O'Hanlon, J. F. und McCauley, M. E. (1974) 'Motion sickness incidence as a function of the frequency and acceleration of vertical sinusoidal motion', *Aerospace Medicine*, 45(4), pp. 366–369.

Oman, C. M. (1990) 'Motion sickness: a synthesis and evaluation of the sensory conflict theory.', *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 68(2), pp. 294–303.

Paillard, A. C., Quarck, G., Paolino, F., Denise, P., Paolino, M., Golding, J. F. und Ghulyan-Bedikian, V. (2013) 'Motion sickness susceptibility in healthy subjects and vestibular patients: Effects of gender, age and trait-anxiety', *Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation*, 23(4-5), pp. 203–209.

Park, A. H. Y. und Hu, S. (1999) 'Gender differences in motion sickness history and susceptibility to optokinetic rotation-induced motion sickness', *Aviation Space and Environmental Medicine*, 70(11), pp. 1077–1080.

Paulsen, T. (2018) *Autonomes Fahren: Die 5 Stufen zum selbstfahrenden Auto* | ADAC. Abgerufen 15. April 2020, von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattungs-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/autonomes-fahren-5-stufen/>.

Probst, T., Krafczyk, S., Büchele, W. und Brandt, T. (1982) 'Visuelle Prävention der Bewegungskrankheit im Auto', *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*. Springer-Verlag, 231(5), pp. 409–421.

Reason, J. T. (1978) 'Motion sickness adaptation: a neural mismatch model.', *Journal of the Royal Society of Medicine* 71(11), pp. 819–829.

Reason, J. T. und Brand, J. J. (1975) *Motion sickness*. Academic Press.

Reschke, M. F., Wood, S. J. und Clément, G. R. (2018) 'A case study of severe space motion sickness', *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(8), pp. 749–753.

Rolnick, A. und Bles, W. (1989) 'Performance and well-being under tilting conditions: the effects of visual reference and artificial horizon.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 60(8), pp. 779–85.

Rolnick, A. und Lubow, R. E. (1991) 'Why is the driver rarely motion sick? The role of controllability in motion sickness', *Ergonomics*, 34(7), pp. 867–879.

Scherer, H. (1997) *Das Gleichgewicht*. Springer.

Scherer, H. (2014) 'Droge und Antidroge - Gedanken über den Bewegungsreiz oder: Das Spiel mit unseren Otolithen', in Tisch, M. (ed.) *Vertigo. Traditionelles bewahren, Innovationen suchen*. 10. Henning Symposium. Bad Honnef: Hippocampus Verlag, pp. 37–41.

Schmäl, F. (2013) 'Neuronal mechanisms and the treatment of motion sickness', *Pharmacology*, 91(3–4), pp. 229–241.

Schmäl, F. und Stoll, W. (2000) 'Kinetose', HNO. Edited by H. Iro. Homburg/Saar: Springer, 48(5), pp. 346–356.

Schoettle, B. und Sivak, M. (2014) A survey of public opinion about connected vehicles in the U.S., the U.K., and Australia. Abgerufen 9. März 2019, von <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/108384/103024.pdf>

Schulte, E., Schumacher, U. und Schünke, M. (2012) Prometheus - Lernatlas der Anatomie : Kopf, Hals und Neuroanatomie ; 115 Tabellen. Thieme.

Sjöberg, A. (1970) 'Experimental studies of the eliciting mechanism of motion sickness', in Symposium on the Role of the Vestibular Organs in Space Exploration. Washington, D.C.: National Academies Press, pp. 8–28

Smyth, J., Birrell, S., Mouzakitis, A. und Jennings, P. (2019) 'Motion Sickness and Human Performance – Exploring the Impact of Driving Simulator User Trials', in. Springer, Cham, pp. 445–457.

Spiegel (2018) VW will 44 Milliarden Euro in Zukunftstechnik stecken, Spiegel. Abgerufen 17. November 2018, von <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/volkswagen-will-44-milliarden-in-e-mobilitaet-und-autonomes-fahren-investieren-a-1238890.html>.

Statistisches Bundesamt (2015) 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Statistisches Bundesamt 2015. Abgerufen 7. März 2019, von <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2018&o=2018v1>.

Stern, R. M., Jokerst, M. D., Muth, E. R. und Hollis, C. (2001) 'Acupressure relieves the symptoms of motion sickness and reduces abnormal gastric activity.', *Alternative therapies in health and medicine*, 7(4), pp. 91–4.

Turner, M. und Griffin, M. J. (1999a) 'Motion sickness in public road transport: Passenger behaviour and susceptibility', *Ergonomics*, 42(3), pp. 444–461.

Turner, M. und Griffin, M. J. (1999b) 'Motion sickness in public road transport: The effect of driver, route and vehicle', *Ergonomics*, 42(12), pp. 1646–1664.

Turner, M. und Griffin, M. J. (1999c) 'Motion sickness in public road transport: The relative importance of motion, vision and individual differences', *British Journal of Psychology*, 90(4), pp. 519–530.

Tyler, D. B. und Bard, P. (1949) 'Motion sickness.', *Physiological reviews*, 29(4), pp. 311–69.

Vogel, H., Kohlhaas, R. und von Baumgarten, R. J. (1982) 'Dependence of motion sickness in automobiles on the direction of linear acceleration.', *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 48(3), pp. 399–405.

Wada, T., Konno, H., Fujisawa, S. und Doi, S. (2012) 'Can Passengers' Active Head Tilt Decrease the Severity of Carsickness?', *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 54(2), pp. 226–234.

Waldfahrer, F. (2008) 'Medikamentöse Prophylaxe von Kinetosen', in Scherer, H. (ed.) *Der Gleichgewichtssinn*. Vienna: Springer Vienna, pp. 135–147.

Wang, J. und Lewis, R. F. (2016) 'Contribution of intravestibular sensory conflict to motion sickness and dizziness in migraine disorders', *Journal of Neurophysiology*, 116(4), pp. 1586–1591.

Westhofen, M. (2010) 'Schwindel auf See', in *Hören und Gleichgewicht*, Springer, pp. 195–203.

White, B. (2007) 'Ginger: an overview.', *American family physician*, 75(11), pp. 1689–91.

Wood, M. J., Wood, C. D., Manno, J. E., Manno, B. R. und Redetzki, H. M. (1987) 'Nuclear medicine evaluation of motion sickness and medications on gastric emptying time.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 58(11), pp. 1112–4.

Zhang, C. Zhang, M., Chen, Y. und Fu, X. (2015) 'Three statistical experimental designs for enhancing yield of active compounds from herbal medicines and anti motion sickness bioactivity', *Pharmacognosy Magazine*, 11(43), p. 435.

Anhang

Anhang I: Ethikantrag



Charité | 10117 Berlin

Frau
Dr. Annett Pudszuhn
HNO
CBF

Ethikkommission

Ethikausschuss am Campus Benjamin Franklin
Vorsitzender: Prof. Dr. Ralf Stahlmann

Geschäftsführung: Dr. med. Katja Orzechowski
ethikkommission@charite.de

Korrespondenzadresse: Charitéplatz 1, 10117 Berlin
Tel.: 030/450-517222
Fax: 030/450-517952
<http://ethikkommission.charite.de>

Datum: 28.03.2018

Retrospektive Auswertung von Anamnesefragebögen zu Gleichgewichtsstörungen unterschiedlicher Ursache einschließlich prospektiver Untersuchung eines Anamnesefragebogens bei Bewegungskrankheit während des Autofahrens

Antragsnummer: EA4/210/17

Vorgang vom 15.02.2018 per E-Mail

Sehr geehrte Frau Dr. Pudszuhn,

hiermit bestätigen wir Ihnen den Eingang Ihres Schreibens vom 15.02.2018 mit folgenden Anlagen:

- Ethikantrag, Version vom 26.01.2018
- Probandeninformation, Version vom 26.01.2018
- Einwilligungserklärung, Version vom 26.01.2018

Die Auflagen laut Votum vom 19.01.2018 sind damit erfüllt. Wir wünschen viel Erfolg bei der Durchführung der o.g. Studie.

Mit freundlichen Grüßen


Dr. rer. nat. J. Kotwas
-stellvertretender Vorsitzender-



CharitéCentrum für Audiologie und Phoniatrie, Augen- und HNO-Heilkunde

Charité | Campus Benjamin Franklin | 12200 Berlin

Hals-,Nasen-,Ohrenklinik mit Hochschulambulanz

Komm. Klinikdirektor: Dr. med. Dipl.biochem. V.M. Hofmann

Unser Zeichen: pud/ml
Tel.: 030-450-555-602
Fax: 030-450-555-960

www.charite.de/hno

Probandeninformation

zur wissenschaftlichen Untersuchung „Retrospektive Auswertung von Anamnesefragebögen zu Gleichgewichtsstörungen unterschiedlicher Ursache einschließlich prospektiver Untersuchung eines Anamnesefragebogens bei Bewegungskrankheit während des Autofahrens“

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit bieten wir Ihnen die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie an.

Unter Bewegungskrankheit (oder Reisekrankheit) versteht man die Neigung bei bestimmten Bewegungen mit Unwohlsein, Übelkeit bis hin zum Brechreiz zu reagieren. Dies kann bei Fahrten mit Schiffen, Reisebussen, Zügen, Karussell, Achterbahnen, Flugzeug und auch in Autos auftreten. Jeder hat diesbezüglich seine persönlichen Erfahrungen und wir wissen, dass es eine sehr hohe unterschiedliche Sensibilität zur Entwicklung dieser Bewegungskrankheit gibt. Leider sind die Ursachen für eine starke Sensibilität zur Bewegungskrankheit weiterhin unbekannt.

Wir möchten die Probleme beim normalen Autofahren weiter untersuchen und sind dafür auf ihre persönlichen Erfahrungen angewiesen. Im Folgenden finden Sie Fragen zur Bewegungskrankheit während des Autofahrens. Wir möchten Sie bitten, die für Sie zutreffende Antwort anzukreuzen, auch wenn Sie keine Probleme während des Autofahrens haben.

Die hierfür erforderlichen Daten werden aus dem vorliegenden Fragebogen erhoben. Nur verschlüsselte Daten werden bei der Analyse verwendet. Für Sie ergibt sich aus der Zustimmung einer solchen Befragung kein weiteres Risiko.

Die Daten werden selbstverständlich nur für diese Studie gesammelt. Sie selbst werden zwar voraussichtlich keinen direkten Nutzen aus dieser wissenschaftlichen Untersuchung ziehen können, jedoch dient das Vorhaben durch die Erweiterung des Wissens eventuell zukünftigen Patienten. Es entstehen für Sie keine Risiken oder Kosten durch die Teilnahme an der Studie. Eine Aufwandsentschädigung kann nicht erfolgen.

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie haben das Recht, ohne Angabe von Gründen an der Studie nicht teilzunehmen und Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen von der Zusage der Studie zur Teilnahme zurücktreten, ohne dass Ihnen hieraus Nachteile entstehen.

Version vom 26.01.2018

CHARITÉ - UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN

Gliedkörperschaft der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin
Hindenburgdamm 30 | 12200 Berlin | Telefon +49 30 450 555 602 | www.charite.de



CharitéCentrum für Audiologie und Phoniatrie, Augen- und HNO-Heilkunde

Durch Ihre Unterschrift auf der Einwilligungserklärung erklären Sie sich damit einverstanden, dass der Studienarzt und seine Mitarbeiter Ihre personenbezogenen Daten zum Zweck der o.g. Studie erheben und verarbeiten dürfen. Personenbezogene Daten sind z.B. Ihr Name, Geburtsdatum, Ihre Adresse und Daten zu Ihrer Gesundheit oder Erkrankung oder andere persönliche Daten, die während Ihrer Teilnahme an der Studie oder bei einer der Folgeuntersuchungen zweckgebunden erhoben wurden.

Der Studienarzt wird Ihre personenbezogenen Daten für Zwecke der Verwaltung und Durchführung der Studie verwenden und diese, einem Pseudonym zugeordnet, für Zwecke der Forschung auf dem Fachgebiet der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und statistischen Auswertung verwenden.

Die bei den genannten Stellen vorhandenen Daten werden für die Zeit von 10 Jahren gespeichert und danach vernichtet.

Sie haben das Recht auf Auskunft über alle beim Studienarzt oder dem Auftraggeber der Studie vorhandenen personenbezogenen Daten über Sie. Sie haben auch das Recht auf Berichtigung unrichtiger personenbezogener Daten. In diesen Fällen wenden Sie sich bitte an Ihren Studienarzt. Die Adresse und Telefonnummer des Studienverantwortlichen/Studienarztes finden Sie auf der ersten Seite dieses Formblatts.

Bitte beachten Sie, dass die Ergebnisse der Studie in der medizinischen Fachliteratur veröffentlicht werden können, wobei Ihre Identität jedoch anonym bleibt.

Wir möchten Sie bitten, den nachstehenden Fragebogen auszufüllen und mit der Einwilligungserklärung in dem beigelegten adressierten Rückumschlag an unser Chefsekretariat der HNO zuzusenden oder persönlich an den Studienarzt abzugeben.

Sie haben das Recht, jederzeit Ihre Fragen an den/die Studienarzt/Studienärztin über alle Angelegenheiten, welche die Studie betreffen, insbesondere auch über Risiken usw. zu richten.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern unter der Telefonnummer 450 555 602 zur Verfügung.

Dr. med. A. Pudszuhn
Dr. rer.-medic. U. Schönfeld
HNO –Klinik, CBF
Charité-Universitätsmedizin

Prof. Dr. Ing. S Müller
Technische Universität Berlin

Anhang III: Einwilligungserklärung



CharitéCentrum für Audiologie und Phoniatrie, Augen- und HNO-Heilkunde

Charité | Campus Benjamin Franklin | 12200 Berlin

Hals- Nasen Ohrenklinik
Charité- Universitätsmedizin
Campus Benjamin Franklin
z. Hd. Dr. med. Pudzuhn

Hals-, Nasen-, Ohrenklinik mit Hochschulambulanz
Klinikdirektor: Dr.med. Dipl. Biochem. V.M. Hofmann

Tel.: 030-450-555-602
Fax: 030-450-555-960

www.charite.de/hno

Hindenburgdamm 30

12200 Berlin

Einwilligungserklärung

zur wissenschaftlichen Untersuchung „Retrospektive Auswertung von Anamnesefragebögen zu Gleichgewichtsstörungen unterschiedlicher Ursache einschließlich prospektiver Untersuchung eines Anamnesefragebogens bei Bewegungskrankheit während des Autofahrens“

Hiermit erkläre/n ich

Name, Vorname

geb. am.

wohnhaft in.....

dass ich schriftlich durch Frau Dr. med. A. Pudzuhn über das Wesen, die Bedeutung, Tragweite und Risiken der wissenschaftlichen Untersuchung im Rahmen der o.g. Studie informiert wurde und ausreichend Gelegenheit hatte, meine Fragen hierzu in einem Gespräch mit der Studienärztin zu klären.

Ich habe insbesondere die mir vorgelegte Patienteninformation verstanden und eine Ausfertigung derselben und dieser Einwilligungserklärung erhalten.

Mir ist bekannt, dass ich meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne nachteilige Folgen für mich zurückziehen und einer Weiterverarbeitung dieser Daten jederzeit widersprechen und eine Löschung bzw. Vernichtung verlangen kann.

Ich bin bereit, an der wissenschaftlichen Datenerhebung im Rahmen der o.g. Studie teilzunehmen.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten verschlüsselt (pseudonymisiert) und auf elektronischen Datenträgern aufgezeichnet, verarbeitet und die anonymisierten Studienergebnisse veröffentlicht werden.

Datum, (von Probanden einzutragen)

Unterschrift/en des Probanden

Arzt/Ärztin, welche/r die Einwilligung einholt

Hiermit erkläre ich, den/ die o.g. Versuchsteilnehmer/in über das Wesen, die Bedeutung, die Tragweite und Risiken der o.g. Studie schriftlich, auf Rückfrage auch mündlich aufgeklärt und ihm/ihr eine Ausfertigung der Information sowie diese Einwilligungserklärung übergeben zu haben.

Dr. med. A. Pudzuhn

Dr. rer.-medic. U. Schönfeld

Version vom 26.01.2018
CHARITÉ - UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN
Gliedkörperschaft der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin
Hindenburgdamm 30 | 12200 Berlin | Telefon +49 30 450-555-602 | www.charite.de

Anhang IV: Fragebogen



Campus Benjamin Franklin
Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde



Institut für Land- und Seeverkehr (ILS)
Fachgebiet Kraftfahrzeuge

Reisekrankheit während des Autofahrens

1. Persönliche Angaben

Alter: ____ Jahre Geschlecht: weiblich männlich

Gibt es bei Ihnen Vorerkrankungen bezüglich des Gleichgewichtssystems?
(z. B.: Lagerungsschwindel, Gleichgewichtsausfall, M. Menière, Migräne, ...)

Wenn ja, welche _____

2. Häufigkeit von Autofahrten

2.1 Haben Sie eine Fahrerlaubnis? ja nein

2.2 Wie häufig fahren Sie Auto?

als *Fahrer*: nie 1x bis 3x pro Monat 1x bis 3x pro Woche täglich
meistens: Stadt Land Autobahn

als *Beifahrer*: nie 1x bis 3x pro Monat 1x bis 3x pro Woche täglich
meistens: Stadt Land Autobahn

3. Reisekrankheit im Auto - Symptome

3.1 Hatten Sie jemals während einer Autofahrt (egal ob als Fahrer oder Beifahrer) folgende Symptome der Reisekrankheit und wie häufig traten sie auf?

	nie	selten	öfters	immer
Allgemeines Unwohlsein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ermüdung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
angestrengte Augen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erhöhter Speichelfluss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwierigkeiten scharf zu sehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magen macht sich bemerkbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übelkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erbrechen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konzentrationschwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwindel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gleichgewichtsstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andere: _____

4. Autobewegungen und Reisekrankheit im Auto

4.1 Welcher Fahrstil eines Fahrers würde bei Ihnen Symptome einer Reisekrankheit auslösen, wenn Sie als Beifahrer in einem Auto mitfahren?

sportlich mittel vorsichtig keiner

4.2 Welchen Fahrstil würden Sie sich selbst zuordnen, wenn Sie selber ein Auto lenken?

sportlich mittel vorsichtig

4.3 Folgend sind verschiedene Fahrsituationen aufgeführt. Kreuzen Sie bitte an, ob und wie häufig diese Fahrsituationen für Sie Symptome der Reisekrankheit auslösen könnten.

Bitte jede Position im Auto separat betrachten und entsprechend jede Fahrsituation mehrfach bewerten.

Abkürzungen:

F Fahrer

BF vo Beifahrer vorne

BF hi Beifahrer auf dem Rücksitz

BF Beifahrer Buch oder Karte lesend oder Film schauend

Stadt

		nie	selten	öfters	immer
ruhige Hauptstraßen	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufiges Abbiegen oder Spurenwechsel	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		nie	selten	öfters	immer
häufiges "Stop and Go" z. B. Stau, Ampeln,	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Land

		nie	selten	öfters	immer
gerade Strecke	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurvenreiche Strecke ohne Sichtbeschränkung z. B. Felder	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		nie	selten	öfters	immer
kurvenreiche Strecke mit Sichtbeschränkung z. B. Wald	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurvenreiche Strecke im Gebirge	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autobahn

		nie	selten	öfters	immer
gleichmäßige ungestörte Fahrt	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufiges, schnelles Spurenwechsel	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		nie	selten	öfters	immer
häufige Tempoänderung Bremsen/ Beschleunigen	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

reduzierte Sicht

		nie	selten	öfters	immer
bei Sichtbehinderung z. B. Regen, Schneefall	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tunnelfahrt	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		nie	selten	öfters	immer
Nachtfahrt	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF vo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn Sie bei den letzten Fragen in 4.3 ausschließlich „nie“ angekreuzt haben, springen Sie bitte direkt zum Absatz 6 auf der nächsten Seite.

5. Reisekrankheit im Auto – Dauer und Therapie

5.1 Wie lange müssen die Situationen andauern, bis die Symptome der Reisekrankheit auftreten?

ca. 15 Min. ca. 30 Min. ca. 60 Min. > 1 Std.

5.2 Wie lange besteht bei Ihnen die Neigung zur Reisekrankheit beim Auto fahren?

seit der Kindheit seit der Pubertät seit ____ Jahren

5.3 Hat sich Ihre Neigung zur Reisekrankheit beim Auto fahren im Laufe des Lebens verändert?

nein verbessert verschlechtert

5.4 Hat sich Ihre Neigung zur Reisekrankheit beim Auto fahren verändert, seitdem Sie einen Führerschein haben und selber aktiv fahren?

ja nein

5.5 Nehmen Sie zur Vermeidung einer Reisekrankheit beim Auto fahren Medikamente ein oder welche Strategien wenden Sie an, um eine Reisekrankheit zu vermeiden.

Medikamente: wenn ja, welche _____

Platz im Auto: welcher Platz ist optimal? Vorne: Fahrer Beifahrer Hinten: rechts links

aus dem Fenster schauen selber fahren

nicht lesen oder andere Tätigkeiten vermeiden versuchen zu schlafen

gute Belüftung im Auto anhalten – Pause machen

Anpassung des Fahrverhaltens: langsam fahren

Bremsen und Beschleunigen vermeiden starkes Lenken vermeiden Kurven schneiden

Anderes: _____

6. Reisekrankheit in anderen Fahrzeugen

6.1 Treten bei Ihnen auch bei Fahrten mit anderen Fahrzeugen oder bei visuellen Ereignissen Symptome einer Reisekrankheit auf?

	nie	selten	öfters	immer
Schiff - ruhige See	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schiff - leichter Seegang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schiff - starker Seegang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zug - vorwärts sitzend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zug - rückwärts sitzend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reisebus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flugzeug - ruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flugzeug - Turbulenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	nie	selten	öfters	immer
Kettenkarussell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achterbahn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schaukel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
schnell bewegende Objekte beobachten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
360°- oder 3D-Kino oder Ähnliches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kinetose bei automatisiert fahrenden Kraftfahrzeugen
Fragebogen-Datenbank n = 500

4. Autobewegung und Kinetose

	k A	sportlich	mittel	vorsichtig	Keiner	Kontrollsumme
4.1 Fahrstil und Kinetose	18 4%	321 64%	55 11%	48 10%	92 18%	534 107%
4.2 Eigener Fahrstil	22 4%	85 17%	292 58%	101 20%		500 100%

4.3 Fahrsituationen und Kinetose

Situation	k A	nie	selten	öfters	immer	Kontrollsumme
Stadt - ruhige Hauptstraße						
Fahrer	37 7%	446 89%	14 3%	3 1%	0 0%	500 100%
BF vorn	34 7%	382 76%	70 14%	12 2%	2 0%	500 100%
BF hinten	47 9%	307 61%	88 18%	53 11%	5 1%	500 100%
BF	60 12%	220 44%	71 14%	84 17%	65 13%	500 100%
Stadt - viele Spurwechsel						
Fahrer	43 9%	410 82%	33 7%	12 2%	2 0%	500 100%
BF vorn	43 9%	290 58%	112 22%	50 10%	5 1%	500 100%
BF hinten	51 10%	217 43%	108 22%	102 20%	22 4%	500 100%
BF	65 13%	153 31%	81 16%	100 20%	101 20%	500 100%
Stadt - Stop And Go						
Fahrer	37 7%	411 82%	27 5%	24 5%	1 0%	500 100%
BF vorn	34 7%	305 61%	101 20%	50 10%	10 2%	500 100%
BF hinten	44 9%	251 50%	96 19%	85 17%	24 5%	500 100%
BF	59 12%	173 35%	79 16%	99 20%	90 18%	500 100%
Land - gerade Straßen						
Fahrer	39 8%	439 88%	17 3%	5 1%	0 0%	500 100%
BF vorn	40 8%	387 77%	60 12%	10 2%	3 1%	500 100%
BF hinten	49 10%	322 64%	87 17%	35 7%	7 1%	500 100%
BF	64 13%	227 45%	85 17%	72 14%	52 10%	500 100%
Land - Kurven Felder						
Fahrer	43 9%	405 81%	37 7%	14 3%	1 0%	500 100%
BF vorn	38 8%	289 58%	120 24%	46 9%	7 1%	500 100%
BF hinten	50 10%	217 43%	127 25%	80 16%	26 5%	500 100%
BF	62 12%	146 29%	95 19%	110 22%	87 17%	500 100%
Land - Kurven Wald						
Fahrer	37 7%	390 78%	44 9%	24 5%	5 1%	500 100%
BF vorn	36 7%	262 52%	132 26%	59 12%	11 2%	500 100%
BF hinten	45 9%	195 39%	123 25%	107 21%	30 6%	500 100%
BF	66 13%	127 25%	102 20%	101 20%	104 21%	500 100%
Land - Kurven Gebirge						
Fahrer	47 9%	360 72%	58 12%	27 5%	8 2%	500 100%
BF vorn	38 8%	218 44%	132 26%	87 17%	25 5%	500 100%
BF hinten	48 10%	166 33%	99 20%	132 26%	55 11%	500 100%
BF	65 13%	106 21%	79 16%	116 23%	134 27%	500 100%

Kinetose bei automatisiert fahrenden Kraftfahrzeugen
Fragebogen-Datenbank n = 500

4.3 Fahrsituationen und Kinetose

		k A	nie		selten		öfters		immer		Kontrollsumme		
Autobahn - ruhige Fahrt													
Fahrer		36	7%	430	86%	25	5%	8	2%	1	0%	500	100%
BF vorn		35	7%	391	78%	58	12%	10	2%	6	1%	500	100%
BF hinten		45	9%	322	64%	93	19%	32	6%	8	2%	500	100%
BF		62	12%	220	44%	84	17%	76	15%	58	12%	500	100%
Autobahn - viele Spurwechsel													
Fahrer		47	9%	395	79%	42	8%	13	3%	3	1%	500	100%
BF vorn		42	8%	298	60%	101	20%	51	10%	8	2%	500	100%
BF hinten		51	10%	227	45%	115	23%	86	17%	21	4%	500	100%
BF		66	13%	144	29%	106	21%	95	19%	89	18%	500	100%
Autobahn - Bremsen/Beschl.													
Fahrer		40	8%	393	79%	44	9%	20	4%	3	1%	500	100%
BF vorn		36	7%	254	51%	122	24%	75	15%	13	3%	500	100%
BF hinten		47	9%	193	39%	112	22%	111	22%	37	7%	500	100%
BF		63	13%	128	26%	103	21%	107	21%	99	20%	500	100%
red. Sicht - Regen/Schnee													
Fahrer		43	9%	375	75%	52	10%	28	6%	2	0%	500	100%
BF vorn		38	8%	321	64%	100	20%	35	7%	6	1%	500	100%
BF hinten		50	10%	264	53%	119	24%	54	11%	13	3%	500	100%
BF		67	13%	184	37%	109	22%	69	14%	71	14%	500	100%
red. Sicht - Tunnel													
Fahrer		45	9%	391	78%	43	9%	17	3%	4	1%	500	100%
BF vorn		43	9%	341	68%	79	16%	31	6%	6	1%	500	100%
BF hinten		51	10%	282	56%	101	20%	55	11%	11	2%	500	100%
BF		65	13%	198	40%	95	19%	66	13%	76	15%	500	100%
red. Sicht - Nachtfahrt													
Fahrer		37	7%	382	76%	45	9%	33	7%	3	1%	500	100%
BF vorn		35	7%	338	68%	85	17%	38	8%	4	1%	500	100%
BF hinten		48	10%	285	57%	110	22%	48	10%	9	2%	500	100%
BF		66	13%	200	40%	101	20%	69	14%	64	13%	500	100%

Kinetose bei automatisiert fahrenden Kraftfahrzeugen
Fragebogen-Datenbank n = 500

5. Kinetose im Auto - Dauer und Therapie

5.1 Kinetosedauer	k A	15 Min.	30 Min.	60 Min.	> 1 Std.	Kontroll- summe
	114 23%	179 36%	118 24%	31 6%	58 12%	500 100%
5.2 Wie lange Kinetose?	k A	Kindheit	Pubertät	seit x Jahren		
	237 47%	193 39%	34 7%	38 8%		502 100%
5.3 Änderung in letzten Jahren	k A	nein	verbessert	verschlechtert		
	215 43%	89 18%	138 28%	58 12%		500 100%
5.4 Änderung seit Fahrerlaubnis	k A	ja	nein			
	210 42%	135 27%	155 31%			500 100%
5.5 Vermeidungsstrategien						
Medikamente	ja	34 7%				
optimaler Platz	vorne Fahrer	Beifahrer	hinten rechts	links		
	236 47%	132 26%	29 6%	15 3%		412 82%
Beschäftigung	aus dem Fenster schauen	132 26%	selber fahren	224 45%		
	nicht lesen oder Ähnliches	196 39%	schlafen	81 16%		
	gute Belüftung	222 44%	Pause machen	126 25%		981 196%
Fahrverhalten	langsam fahren	58 12%	wenig Bremsen/Beschleunigen	125 25%		
	kein starkes Lenken	119 24%	Kurven schneiden	32 6%		334 67%
Sonstiges	ja	18 4%				

6. Kinetose in anderen Fahrzeugen

	k A	nie	selten	öfters	immer	Kontroll- summe
Schiff - ruhige See	31 6%	356 71%	77 15%	24 5%	12 2%	500 100%
Schiff - leichter Seegang	37 7%	246 49%	120 24%	72 14%	25 5%	500 100%
Schiff - starker Seegang	40 8%	128 26%	103 21%	154 31%	75 15%	500 100%
Zug - vorwärts	22 4%	411 82%	52 10%	13 3%	2 0%	500 100%
Zug - rückwärts	17 3%	307 61%	81 16%	70 14%	25 5%	500 100%
Reisebus	22 4%	237 47%	135 27%	85 17%	21 4%	500 100%
Flugzeug ruhig	36 7%	371 74%	67 13%	16 3%	10 2%	500 100%
Flugzeug Turbulenzen	35 7%	219 44%	147 29%	62 12%	37 7%	500 100%
Kettenkarussell	43 9%	181 36%	101 20%	77 15%	98 20%	500 100%
Achterbahn	46 9%	153 31%	109 22%	96 19%	96 19%	500 100%
Schaukel	27 5%	233 47%	116 23%	74 15%	50 10%	500 100%
bewegte Objekte	22 4%	240 48%	104 21%	104 21%	30 6%	500 100%
360°/3D-Kino	37 7%	253 51%	107 21%	64 13%	39 8%	500 100%

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Marie-Anne, Beatrice, Franziska, Elisabeth, Heiß, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: ‚Fragebogenbasierte Studie zu Kinetose (Bewegungskrankheit) während des Autofahrens‘ (englisch: ‚Questionnaire-based study on kinetosis (motion sickness) while driving‘) selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit der Erstbetreuerin, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Einige Ergebnisse dieser Doktorarbeit wurden bereits im Rahmen eines Vortrags oder Posters der Öffentlichkeit präsentiert. Marie-Anne Heiß hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Schönfeld U, Heiss MA, Müller S, Hofmann V, Pudszuhn A. Kinetose bei automatisiert fahrenden Kraftfahrzeugen. Herbsttagung der „Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen“ (ADANO), 17. - 18. Oktober, München, 2019

Beitrag im Einzelnen: Erhebung der Rohdaten, Auswertung der Daten

Schönfeld U, Pudszuhn A, Heiss MA, Hofmann VM, Müller S. Ist das Kinetoserisiko in zukünftig autonom fahrenden Autos geringer? 91. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V., 20. - 23. Mai, Berlin, 2020

Beitrag im Einzelnen: Erhebung der Rohdaten, Auswertung der Daten

Unterschrift, Datum und Stempel der erstbetreuenden Hochschullehrerin

Unterschrift der Doktorandin

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

Schönfeld U, Heiss MA, Müller S, Hofmann V, Pudszuhn A. Kinetose bei automatisiert fahrenden Kraftfahrzeugen. Herbsttagung der „Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen“ (ADANO), 17. - 18. Oktober, München, 2019

Schönfeld U, Pudszuhn A, Heiss MA, Hofmann VM, Müller S. Ist das Kinetoserisiko in zukünftig autonom fahrenden Autos geringer? 91. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V., 20. - 23. Mai, Berlin, 2020

Danksagung

Ich bedanke mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Hans Scherer, dass ich die Doktorarbeit unter seiner Obhut durchführen durfte.

Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Betreuerin Dr. med. Annett Pudszuhn bedanken, die immer ein offenes Ohr für mich hatte und mich bei dem Verfassen der Dissertationsschrift stets mit großem Engagement unterstützte.

Mein besonderer Dank gilt Dr. rer. medic. Uwe Schönfeld, der mich stets motiviert und unterstützt hat und mir insbesondere bei Fragen bezüglich der Auswertung der Daten mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ich möchte mich zudem bei allen Probanden bedanken, die an der Umfrage teilgenommen haben und so maßgeblich zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Nicht zuletzt danke ich von ganzem Herzen meinen Eltern, die mich bei der Doktorarbeit, aber auch in allen anderen Situationen meines Lebens immer unterstützt haben.

Bescheinigung der Statistikberatung



CharitéCentrum für Human- und Gesundheitswissenschaften

Charité | Campus Charité Mitte | 10117 Berlin

Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBike)

Direktor: Prof. Dr. Geraldine Rauch

Postanschrift:
Charitéplatz 1 | 10117 Berlin
Besucheranschrift:
Reinhardtstr. 58 | 10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 450 562171
geraldine.rauch@charite.de
<https://biometrie.charite.de/>



Name, Vorname: Heiß, Marie-Anne
Emailadresse:
Matrikelnummer:
PromotionsbetreuerIn: Dr. Annett Pudszuhn
Promotionsinstitution/ Klinik: CC16 Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde CBF

Bescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass Frau Marie-Anne Heiß innerhalb der Service Unit Biometrie des Instituts für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBike) bei mir eine statistische Beratung zu einem Promotionsvorhaben wahrgenommen hat. Folgende Beratungstermine wurden wahrgenommen:

- Termin 1: 14.05.2019
- Termin 2: 29.07.2019

Folgende wesentliche Ratschläge hinsichtlich einer sinnvollen Auswertung und Interpretation der Daten wurden während der Beratung erteilt:

- Abgrenzung zwischen deskriptiver und konfirmatorischer Statistik
- Testauswahl für abhängige und unabhängige Gruppen
- Hinweis auf mögliches multiples Testproblem bei konfirmatorischer Auswertung

Diese Bescheinigung garantiert nicht die richtige Umsetzung der in der Beratung gemachten Vorschläge, die korrekte Durchführung der empfohlenen statistischen Verfahren und die richtige Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Verantwortung hierfür obliegt allein dem Promovierenden. Das Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie übernimmt hierfür keine Haftung.

Datum: 07.04.2021

Name der Beraterin: Carolin Herrmann