



GDV  
**Unfallforschung  
der Versicherer**

FORSCHUNGSBERICHT NR.88

# **Ablenkung im Fahrzeug**

Hanns-Peter Horn  
Astrid Oehme  
Sophie Kröling  
Tina Gehlert

im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)  
Forschungsbericht Nr. 88

Ablenkung im Fahrzeug

**Bearbeitet durch:**  
HFC Human Factors Consult GmbH



Hanns-Peter Horn  
Dr. Astrid Oehme

**Projektleitung bei der UDV:**  
Sophie Kröling, M. sc.

**Herausgeber**

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.  
Unfallforschung der Versicherer  
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 / 20 20 - 50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [berlin@gdv.de](mailto:berlin@gdv.de)  
[www.udv.de](http://www.udv.de), [unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)  
[www.facebook.com/unfallforschung](https://www.facebook.com/unfallforschung)  
[@unfallforschung](https://www.instagram.com/unfallforschung)  
[www.youtube.com/unfallforschung](https://www.youtube.com/unfallforschung)

**Redaktion**

Sophie Kröling, M. sc.

**Bildnachweis**

Die Nutzungsrechte der in dieser Broschüre abgebildeten Fotos liegen bei der Unfallforschung der Versicherer

**Erschienen**

04/2023

**ISBN-Nr.:**

978-3-948917-19-7

**Alle Ausgaben**

auf [UDV.de](http://UDV.de)

**Disclaimer**

Die Inhalte wurden mit der erforderlichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl besteht keine Gewährleistung auf Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Angemessenheit der darin enthaltenen Angaben oder Einschätzungen.

## Inhalt

Inhalt .....	1
Kurzfassung .....	3
1 Einleitung .....	9
1.1 Touchscreen .....	9
1.2 Spracheingabe .....	10
1.3 Smartphone-Integration („Tethering“) .....	11
2 Guidelines zum ablenkungsoptimierten Design von Fahrzeug-HMIs .....	11
2.1 Klassifizierung von Guidelines im Kontext Ablenkungsvermeidung .....	12
2.2 Kriterienkataloge (Guidelines Typ I) .....	14
2.2.1 European Statement of Principles (ESOP) (2006) .....	14
2.2.2 Alliance of Automobile Manufacturers AAM (2006) .....	14
2.2.3 NHTSA Visual-Manual Driver Distraction Guidelines (Phase 1) (2013) .....	15
2.2.4 NHTSA Visual-Manual Guidelines for portable and after-market devices (Phase 2) (2016) .....	16
2.2.5 Japan Automobile Manufacturers Association JAMA (2004) .....	18
2.2.6 Zusammenfassung verfügbarer Kriterienkataloge .....	18
2.3 Guidelines für sprachbasierte Systeme .....	22
2.4 Guidelines zu gekoppelten tragbaren Geräten .....	22
2.5 Auswahl weiterer Gestaltungsmaßnahmenkataloge (Typ II) .....	23
2.6 Identifizierte Offenstände .....	24
2.6.1 Mangel an spezialisierten Typ-1-Guidelines (Kriterienkataloge) .....	24
2.6.2 Touchscreens als zentrale Multifunktions-HMI .....	24
2.6.3 Funktionen der Fahrzeugbedienung / Mangelnder Aufgabenbezug .....	25
2.6.4 Relevanz der Guidelines und Herstellerguidelines .....	26
2.6.5 Grenzwerte, Ausschlusskriterien und Unfallrelevanz .....	26
3 Interviews mit Expert:innen zur Praxis der HMI-Gestaltung .....	27
3.1 Kriterien bei der Gestaltung von Funktionen / HMI .....	28
3.2 Vorgehen und Herausforderungen bei der HMI-Gestaltung .....	28
3.3 Aktuelle HMI-Bedienkonzepte und Prognosen .....	30
3.3.1 Sicht auf aktuelle HMI-Bedienkonzepte .....	30
3.3.2 Prognosen zur Entwicklung neuer Bedienkonzepte .....	30
3.3.3 Smartphone-Tethering .....	31
3.4 Einsatz und Bewertung von Guidelines in der Praxis .....	32
3.5 Wünsche und Unterstützungsbedarfe der Praxis .....	33
4 Entwicklung einer Checkliste zur ablenkungsminimierenden HMI-Gestaltung .....	34
4.1 Anforderungen .....	34
4.2 Entwicklung der Checkliste .....	35
4.3 Geltungsbereich der Checkliste .....	36

---

4.4 Ablauf der Checklistenutzung.....	37
4.4.1 Schritt 1: Definition Prüfrahmen .....	38
4.4.2 Schritt 2: Modul 1 „Devices“ .....	38
4.4.3 Schritt 3: Modul 2 „Function“ .....	39
4.4.4 Abschluss: Ausfüllen des Prüfungsberichts .....	39
4.5 Modul 2a: Neuentwicklung zur Implementierungsform der Funktion im HMI .....	40
4.6 Ersterprobung und Expertenurteile .....	45
4.6.1 Ablaufprüfung.....	45
4.6.2 Beurteilung der Entwurfsversion durch Expert:innen aus der Praxis .....	46
4.7 Rückmeldungen der Expert:innen zum Checklistenkonzept .....	47
4.7.1 Umfang und Antwortformat .....	47
4.7.2 Modularisierung .....	47
4.7.3 Praxispassung und Gesamturteil .....	48
5 Fazit und Ausblick.....	48
5.1 Erweiterungen der Checkliste.....	49
5.2 Weitere Forschungs- und Handlungsbedarfe.....	51
Literaturverzeichnis .....	54
Abbildungsverzeichnis .....	58
ANLAGE A: Checkliste .....	59

## Kurzfassung

Als Kern des Projektes wurde eine modulare Checkliste auf Basis der NHTSA-Guidelines zur Vermeidung visuell-manueller Ablenkung entwickelt, die einerseits diesen verbreiteten Kriterienkatalog in eine effizient und praktisch anwendbare Form bringt und andererseits die Vorlage in entscheidenden Aspekten (Geltungsbereich, neu entwickeltes Modul zur Bestimmung geeigneter und ungeeigneter Implementierungsformen) erweitert. Hierfür wurde zunächst eine Recherche zu öffentlich zugänglichen Guidelines zur ablenkungsvermeidenden Gestaltung von Fahrzeug-HMI durchgeführt, und die Ergebnisse wurden nach Gesprächen mit Expert:innen aus dem Bereich der HMI-Gestaltung und -Bewertung ergänzt. Das Hauptergebnis des Projektes besteht in einer ersten gebrauchsfertigen Version der Checkliste, die durch ihre Modularität und ihren Aufbau anhand späterer empirischer Erkenntnisse, neuerer Kriterienkataloge oder Bedarf an spezialisierten Modulen z.B. zu Sprachsystemen angepasst und erweitert werden kann.

Moderne PKW weisen zunehmend mehr Funktionen und Teilsysteme auf, mit denen Fahrer:innen abseits der primären Fahraufgabe während des Fahrens interagieren können, seien es Entertainment- oder Komfortfunktionen oder auch Einstellungsfunktionen für Assistenzsysteme. Jede dieser Funktionen kann je nach konkreter Umsetzung auch die Gefahr bergen, dass ihre Nutzung von der eigentlichen Fahraufgabe ablenkt und somit die Verkehrssicherheit beeinträchtigt. Zugleich sorgt die bloße Zahl von Funktionen dafür, dass nicht mehr genug Platz im Cockpit, am Multifunktionslenkrad und selbst auf dem Dashboard zentraler Multifunktions-Touchdisplays vorhanden ist, um jede Funktion ähnlich unmittelbar und damit ablenkungsarm zugänglich zu machen. Zugleich geht der Trend beim Design des Fahrzeug-HMIs dahin, möglichst viele Funktionen direkt in Software umzusetzen und auf dem zentralen Display in der Cockpitmitte anzubieten, da der Verzicht auf mechanische Eingabelemente eine Reihe von Vorteilen bietet (z.B. leichtere Wartbarkeit / Erweiterbarkeit durch Softwareupdates, geringere Produktionskosten) und als aufgeräumter und ästhetischer wahrgenommen wird. Unter diesen Gesichtspunkten ist denkbar, dass auch zunehmend mehr Funktionen im direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Fahraufgabe selbst, wie etwa die Scheibenwischersteuerung, als Softwarekomponente in solch ein zentrales HMI integriert werden. Eine grundlegende Frage, die aus diesen Trends und möglichen Szenarien erwächst, betrifft die Auswirkungen auf das Ablenkungsrisiko, das durch derartige moderne HMI im Fahrzeug entsteht, und inwiefern die bislang veröffentlichten Maßnahmen- und Kriterienkataloge zur ablenkungsbezogenen Bewertung und Optimierung von Fahrzeug-HMIs die aktuellen Entwicklungen noch ausreichend adressieren können.

Bei der Recherche zu veröffentlichten Guidelines zur Ablenkungsvermeidung im Fahrzeug zeigte sich, dass sich entsprechende Veröffentlichungen in drei Klassen einordnen lassen. Die erste Kategorie beinhaltet Guidelines in Form allgemeiner Kriterienkataloge, bei denen die Bewertung des Ablenkungspotenzials von Technik im Fahrzeug den Hauptfokus darstellt (Typ I). In dieser Kategorie fanden sich lediglich fünf Veröffentlichungen, die nicht älter als 20 Jahre waren. Dafür sind diese Kriterienkataloge die mit Abstand verbreitetsten und am häufigsten zitierten Guidelines. Konkret handelt es sich hier um die inhaltlich durchaus ähnlichen, weil historisch aufeinander aufbauenden Kriterienkataloge der ESOP-Linie (European Statement of Principles, AAM-Guidelines sowie zwei NHTSA-Guidelines), sowie die japanischen JAMA-Guidelines. Allen gemein ist der Fokus auf die visuell-manuelle Ablenkung, und mit Ausnahme des ESOP werden bei allen auch konkrete numerische Akzeptanzkriterien und entsprechende Messmethoden thematisiert. Die zweite Klasse von Guidelines besteht aus Maßnahmenkatalogen, die vor allem darauf ausgerichtet sind, konkrete Gestaltungstipps und best practices zu bieten, mit deren Hilfe die Ablenkung durch das betreffende System so gering wie möglich gehalten werden soll (Typ II). Diese können sowohl die Form von komplementären Begleitveröffentlichungen zu den Kriterienkatalogen annehmen als auch die Gestaltung spezifischer Teilaspekte der Fahrzeug-HMI thematisieren. Entsprechend sind Guidelines vom Typ II bereits wesentlich zahlreicher als Typ I-Veröffentlichungen, allerdings sind sie auch weniger verbreitet und diskutiert. Guidelines vom Typ III stellen die mit Abstand umfangreichste Klasse von Guidelines, da es sich dabei um oftmals aus empirischen Studien abgeleitete Partikularvorschläge einzelner Autor:innen(gruppen) handelt.

Selbst die neuesten Kriterienkataloge (Typ I), die den Fokus im vorliegenden Projekt darstellten, sind bereits gehobeneren Alters. Die Guidelines der US-amerikanischen NHTSA aus dem Jahre 2013 stellt hier die aktuellste Veröffentlichung dar, die allerdings inhaltlich noch sehr stark an ihren noch älteren Vorläufern in Form des ESOP und der AAM-Guidelines angelehnt ist. Alle genannten Kriterienkataloge sind merklich auf Technikinteraktionen im Zusammenhang mit klassischen Nebentätigkeiten (Navigation und tertiäre Aufgaben) und nur auf ausgewählte fahrbezogene Funktionen ausgerichtet, sowie eher gerätezentriert aufgebaut. Obwohl die Guidelines aufgrund ihrer technologieoffenen Ausrichtung immer noch einen nützlichen Beitrag zur ablenkungsvermeidenden Gestaltung von HMI leisten können, sind sowohl der Trend zu hochintegrativen Multifunktions-Systemen als auch das Szenario

einer zunehmenden Verlagerung auch fahraufgabenbezogener Funktionen in reine Software nicht ausreichend in den Guidelines berücksichtigt. Zudem werden die Guidelines zur Ablenkungsvermeidung bereits in der Literatur als oftmals unhandlich und nicht optimal für den täglichen Praxiseinsatz diskutiert.

Um die identifizierten Offenstände und Probleme im Zusammenhang mit den öffentlichen Kriterienkatalogen zu adressieren, wurde auf Basis der NHTSA-Guidelines zur Vermeidung visuell-manueller Ablenkung beim Fahren eine Checkliste erstellt. Diese beinhaltet sämtliche in den NHTSA-Guidelines enthaltenen Kriterien, die allerdings in zwei getrennte Module zu Hardware- und Funktionsaspekten eingeteilt wurden, um eine möglichst effiziente Bewertung zu ermöglichen. Eine zweite Änderung betrifft den Geltungsbereich: Während die NHTSA-Guidelines nur bestimmte Funktionen mit Bezug zur Fahraufgabe zulässt, ist der Anspruch der Checkliste, auch und insbesondere auf Funktionen der Fahrzeugbedienung anwendbar zu sein, die direkt oder indirekt mit der Fahraufgabe zu tun haben, und folglich besonders sicherheitskritisch sind. Um diese Erweiterung zu ermöglichen, wurde zusätzlich zu den zwei Modulen zu geräte- und funktionsbezogenen Kriterien ein drittes Modul vollständig neu entwickelt. Das Ziel dieser Erweiterung besteht darin, die Art der Implementierung einer Funktion im HMI des Fahrzeugs bezüglich des verwendeten Mediums und der Menütiefe mit den Charakteristika der Aufgabe abzugleichen, die der Funktionsnutzung zugrunde liegt. Durch Beantwortung von vier kurzen Fragen zu den typischen Nutzungsumständen und einem Entscheidungsbaum-Diagramm kann für jede denkbare Funktion eine Akzeptanzgrenze für die Art der Implementierung der Funktion (visuell-manuell oder per Sprachsystem) bestimmt werden, gegen die die tatsächliche oder geplante Implementierung geprüft werden kann (siehe Abbildung). Das Rational hinter der Rangordnung der Implementierungsarten beruht auf den jeweiligen Ablenkungspotentialen der Interaktionskonzepte (also unter Annahme einer jeweils vergleichbaren Umsetzungsgüte), sowie dem Umstand, dass eine direkte Zugriffsmöglichkeit immer zu einem schnelleren Abschluss der Interaktion und damit zu weniger Ablenkungsrisiko führt als eine Interaktion mit zusätzlichen Zwischenschritten durch die Navigation durch ein Menü.

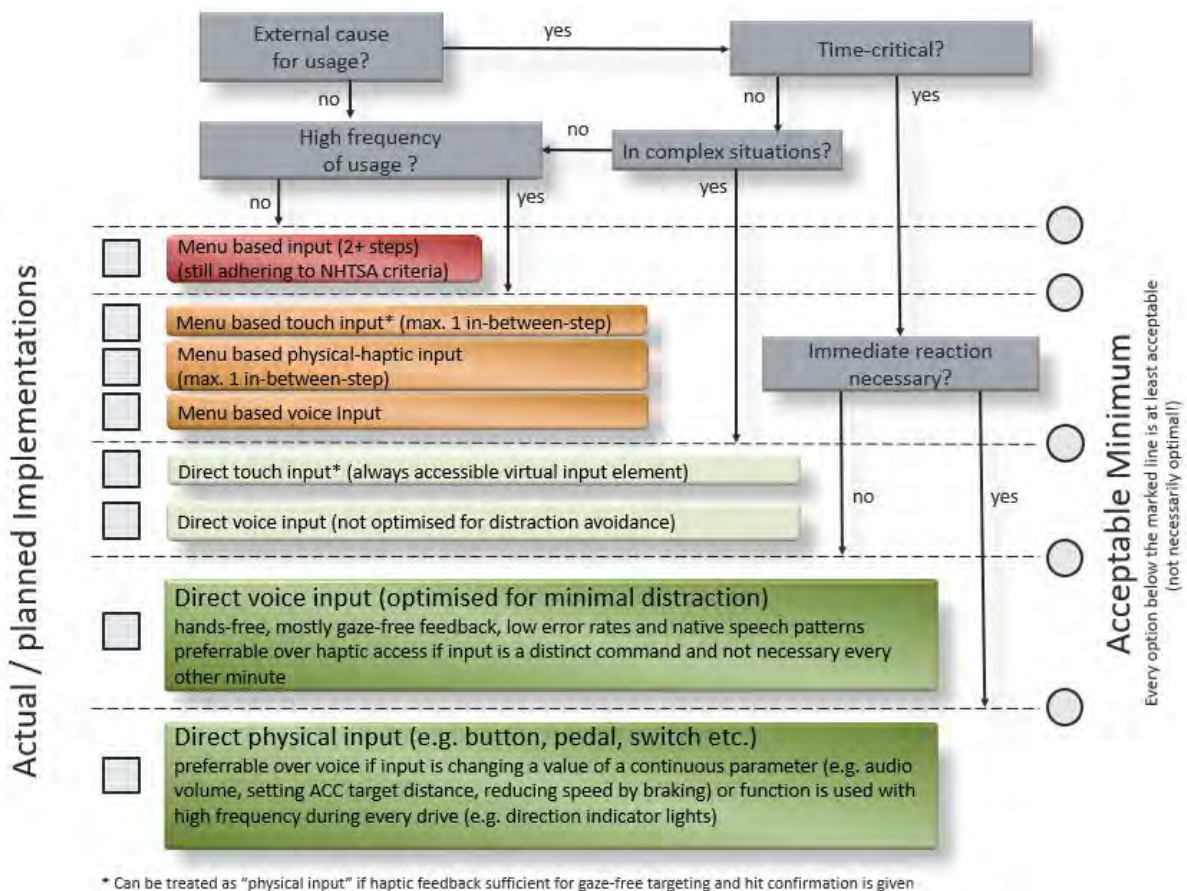


Abbildung 1: Entscheidungsbaum des neu entwickelten Moduls der Checkliste

---

Es wurde eine erste Testversion der Checkliste mit allen drei Modulen erstellt und einer Ablaufprüfung durch sechs Verkehrssicherheitsexpert:innen sowie einer Begutachtung durch sechs Expert:innen aus dem Bereich der praktischen HMI-Auslegung und -Absicherung unterzogen. Die so gewonnenen Erkenntnisse wurden zur Überarbeitung der Checkliste hin zur im vorliegenden Bericht vorgestellten Version genutzt. Dabei handelt es sich um eine erste vollständig gebrauchsfertige Checkliste, die durch ihren modularen Aufbau zukünftig in mehreren Aspekten erweitert werden kann.

Zunächst handelt es sich bei der vorgestellten Version um ein qualitatives Bewertungsinstrument zur formativen Evaluation, bei der mögliche Probleme mit spezifischen Aspekten des geprüften HMI identifiziert werden können, die zu Ablenkung führen und so die Verkehrssicherheit beeinträchtigen können. Eine quantitative Auswertung im Sinne eines summativen Scoring-Ansatzes ist in der vorliegenden Checklistenversion nicht vorgesehen, da nötige empirische Daten zur Gewichtung der Kriterien und Akzeptanzgrenzen-Bestimmung noch nicht existieren. Eine Erweiterung der Checkliste zu einem quantitativen Bewertungsinstrument ist möglich und sinnvoll, aber nicht ohne weitere Untersuchungen und eine ausreichende Datenlage angeraten. Darüber hinaus kann die Checkliste auch inhaltlich erweitert und angepasst werden, z.B. durch die Aufnahme von Kriterien aus anderen und ggf. neueren Guidelines, oder weitere optionale Module etwa zu Sprachsystemen und aktuell noch nicht inkludierten Modalitäten wie Gestensteuerungssystemen. Zudem können praktische Anwendungserfahrungen mit der Checkliste über einen längeren Zeitraum und anhand einer großen Bandbreite von konkreten Fahrzeug-HMI weitere Optimierungsmöglichkeiten zutage bringen (z.B. bezüglich inzwischen veralteter und praktisch nicht mehr sinnvoll anwendbarer Kriterien der NHTSA-Guidelines).

Auch abseits der unmittelbaren Weiterentwicklung der Checkliste ergeben sich im Kontext des Projektes verschiedene empfehlenswerte Schritte, um die Nützlichkeit und praktische Wirkung von Guidelines auf die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Das hohe Alter aller öffentlich verfügbaren Kriterienkataloge (Typ I) lässt eine Neuauflage oder Neuentwicklung entsprechender Veröffentlichungen nötig erscheinen. Zudem existieren zum Zeitpunkt der Berichtlegung noch immer keine Guidelines vom Typ I zu Sprachsystemen und anderen, neueren Interaktionsformen, bei denen die tradierten Kriterienkataloge und deren Fokus auf visuell-manuelle Ablenkung nicht oder nicht ausreichend anwendbar sind. Der am kontroversesten diskutierte Aspekt der veröffentlichten Kriterienkataloge betrifft die Festlegung von numerischen Akzeptanzkriterien (etwa die zulässige kumulierte Blickabwendungszeit) und deren Rational, bzw. deren Validität hinsichtlich der realen Verkehrssicherheit. Die alleinige Betrachtung von Unfalldaten und Beinaheunfällen ist aus statistischen und erhebungsmethodischen Gründen nicht ausreichend, um sinnvolle numerische Grenzwerte und die Wirkung von Ablenkungspotentialen auf die tatsächliche Verkehrssicherheit zu bestimmen. Hier ist es nötig, entsprechende Surrogatmaße und niederschwellige, aber trotzdem aussagekräftige Erhebungsmethoden zu sichten bzw. zu entwickeln. Im Bereich der Sammlungen von konkreten Gestaltungsmaßnahmen und best practices (Typ II-Guidelines) gilt es hingegen, den umfangreichen, aber nur dezentral über zahlreiche Veröffentlichungen verteilten Wissenskorpus zusammenzutragen und in einer möglichst einfach zugänglichen Form verfügbar zu machen, damit z.B. Praktiker:innen das vorhandene Wissen vollumfänglich nutzen können.

## Abstract

The core of the project was the development of a modular checklist based on the NHTSA guidelines for the reduction of visual-manual driver distraction. On the one hand, this checklist brings this widely used catalogue of criteria into an efficiently applicable and practical form, and on the other hand extends this foundation regarding crucial aspects (scope, newly developed module for determining suitable and unsuitable forms of implementation). For this purpose, an initial research on publicly available guidelines for distraction-avoiding design of vehicle HMI was conducted, and the results were supplemented after discussions with experts in the field of HMI design and evaluation. The main result of the project is a first ready-to-use version of the checklist, which, due to its modularity and structure, can be adapted and extended based on later empirical findings, newer catalogues of criteria, or the need for specialized modules, e.g., on speech recognition systems.

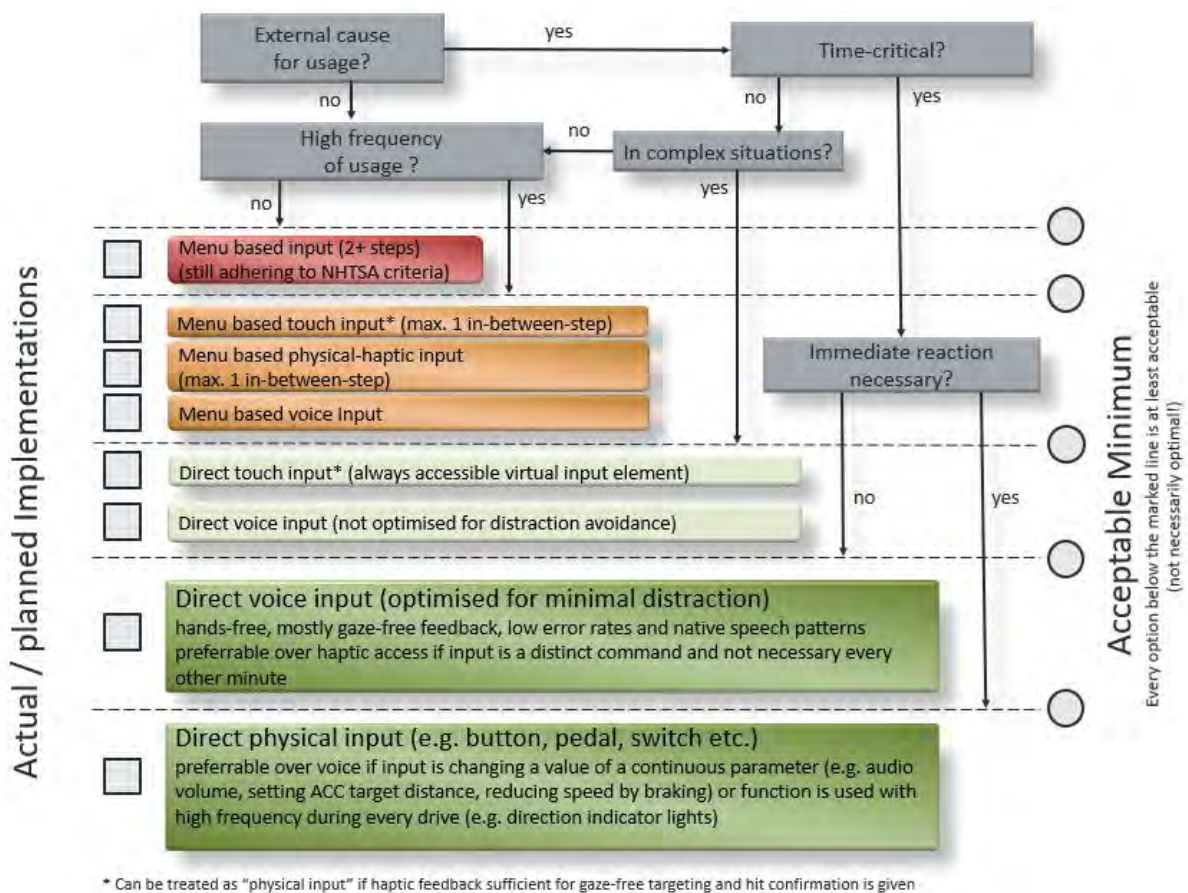
Modern passenger cars feature an increasing number of functions and subsystems with which drivers can interact while driving, be it entertainment or comfort functions or even configuration functions for advanced driver assistance systems. Depending on how they are implemented, each of these functions can also entail the risk that their use distracts from the actual driving task, and thus impairs road safety. At the same time, the sheer number of functions means that there is no longer enough space in the cockpit, on the multifunction steering wheel, and even on the dashboard of central multifunction touch displays to make each function immediately accessible and thus as distraction-free as possible. Furthermore, the trend in vehicle HMI design is to implement as many functions as possible directly in software and offer them on the central display in the middle of the cockpit, since dispensing with mechanical input elements offers a number of advantages (e.g. easier maintainability / expandability through software updates, lower production costs) and is oftentimes perceived as tidier and more aesthetically pleasing. With those developments in mind, it is conceivable that more and more functions directly or indirectly related to the driving task itself, such as windshield wiper control, will also be integrated as software components in a central HMI in the future. A fundamental question arising from these trends and possible scenarios concerns the impact on the distraction risk posed by such modern in-vehicle HMIs, and the extent to which the measurements and acceptance criteria catalogues published to date for the distraction-related evaluation and optimization of in-vehicle HMIs can still adequately address current HMI systems.

The review of published guidelines on driver distraction avoidance revealed that respective publications can be classified into three classes. The first category contains guidelines in the form of general criteria catalogues in which the evaluation of the distraction potential of in-vehicle technology is the main focus (Type I). These criteria catalogues were by far the most widespread and most frequently cited guidelines; however, there were only five publications in this category that were not already 20 years old or older. Specifically, they consist of the criteria catalogues of the ESOP line (European Statement of Principles, AAM Guidelines, and two NHTSA Guidelines), which are similar in content because they build on each other historically, and the Japanese JAMA Guidelines. They all focus on visual-manual distraction, and with the exception of the ESOP, they all include numerical acceptance criteria and corresponding measurement methods. The second class of guidelines consists of catalogues that focus primarily on providing concrete design tips and best practices to help minimize distraction risk of the system in question (Type II). These can take the form of complementary publications to the Type I criteria catalogues, as well as addressing the design of specific aspects of vehicle HMI. Accordingly, Type II guidelines are already much more numerous than Type I publications, although they are also less widespread and less discussed. Type III guidelines are by far the most comprehensive class of guidelines, since they are often specific proposals by individual authors (or groups of authors) derived from empirical studies.

Even the newer Type I guidelines (criteria catalogues), which are the main focus of this project, are of a more advanced age. The NHTSA guidelines on visual-manual driver distraction from 2013 represent the most recent publication here, although it must be noted that its content is still very much based on its even older predecessors in the form of the ESOP and the AAM guidelines. All of the criteria catalogues mentioned are noticeably geared toward technology interactions in connection with classic secondary activities (navigation and tertiary tasks) and only toward selected driving-related functions, as well as being structured in a rather device-centric manner. Although the guidelines can still make a useful contribution to distraction-avoiding HMI design due to their technology-neutral orientation, both the trend towards highly integrative multifunctional systems and the scenario of an increasing shift of implementing driving task-related function use only in software are not sufficiently considered in the guidelines. In addition, the guidelines for distraction avoidance are already discussed in the literature as often unwieldy and not optimal for daily practical use.



To address the identified issues and problems related to the publicly available criteria catalogues, a checklist was created based on the NHTSA driver distraction guidelines. This instrument includes all of the criteria contained in the NHTSA guidelines, which, however, have been divided into two separate modules on hardware and functional aspects to allow for a more efficient evaluation process. A second change concerns the scope of the checklist: while the NHTSA guidelines only allow certain functions related to the driving task, the claim of the checklist is to be applicable also and in particular to vehicle operation functions that are directly or indirectly related to the driving task, and are therefore particularly safety-critical. In order to make this extension possible, a third module was developed from the ground up in addition to the two modules on device-related and function-related criteria of the NHTSA guidelines. The aim of this extension is to match the way a function is implemented in the vehicle's HMI in terms of the medium used and the menu depth with the characteristics of the task underlying the function use. By answering four short questions about typical usage circumstances and a decision tree diagram, an acceptance boundary for the type of implementation of the function (visual-manual or voice system) can be determined for each conceivable function, against which the actual or planned implementation can be tested (see figure 1). The rationale behind the ranking of implementation types is based on the respective distraction potentials of the interaction concepts (i.e., assuming comparable implementation quality in each case), as well as the fact that a direct access option always leads to a faster completion of the interaction and thus to less distraction risk than an interaction with additional necessary intermediate steps for navigating through a menu.



**Figure 1: Decision tree of the newly constructed checklist module**

A first test version of the checklist with all three modules was created and subjected to an application test by six traffic safety experts, as well as a review by six experts from the field of practical HMI design and assurance. The findings thus gathered were used to revise the checklist, resulting in the version presented in this report. It is a first completely ready-to-use version of the checklist, which can be extended in several aspects in the future due to its modular structure.

The version presented here is a qualitative expert assessment tool for formative evaluation, which helps identifying potential problems with specific design aspects of the tested HMI that may lead to distraction and thus affect traffic safety. A quantitative evaluation in the sense of a summative scoring approach is not intended in the present checklist version, since the necessary empirical data for weighting the criteria and determining acceptance limits do not exist yet. An extension of the checklist to a quantitative evaluation instrument is possible and reasonable, but not recommended without further empirical studies and a sufficient set of data. Furthermore, the checklist can be extended and adapted in terms of content, e.g. by including criteria from other and possibly newer guidelines, or further optional modules, e.g. on speech systems and currently not yet included modalities such as gesture control systems. In addition, practical application experience with the checklist over a longer period of time and on the basis of a wide range of different vehicle HMIs can reveal further optimization possibilities (e.g. with regard to now outdated and practically no longer usefully applicable criteria of the NHTSA guidelines).

Even beyond the further development of the checklist, several recommendable steps emerged in the context of the project which could increase the usefulness and practical impact of guidelines on traffic safety. The advanced age of all publicly available criteria catalogues (Type I) makes modernised editions of the guidelines or even newly developed catalogues seem advisable. In addition, at the time of reporting, there are still no Type I guidelines on speech systems and other, newer forms of interaction for which the traditional criteria catalogues and their focus on visual-manual distraction are not or not sufficiently applicable. Meanwhile, the most controversial aspect of the published criteria catalogues concerns the definition of numerical acceptance criteria (such as the permissible cumulative eyes off the road time) and their rationale, and their validity with respect to real-world traffic safety. For statistical and methodological reasons, the sole consideration of accident data and near misses is not sufficient to determine meaningful numerical limits and the effect of distraction potentials on actual road safety. Here, it is necessary to sift through or develop appropriate surrogate measures and low-threshold yet still valid survey methods. Regarding collections of practical design advice and best practices (Type II guidelines), it is necessary to compile the extensive but only decentrally distributed (i.e. via numerous separate publications) body of knowledge, and to make it available in a form that is as easily accessible as possible so that, design practitioners, among others, can make full use of the available knowledge.

# Ablenkung im Fahrzeug

## 1 Einleitung

Im Vergleich zu den vor zwanzig Jahren üblichen fahrzeuginternen Bedienschnittstellen gibt es heute bedeutend mehr Funktionen, die für die Fahrzeugführung und -bedienung zur Verfügung stehen. Einerseits ist diese Entwicklung schlicht dem bestehenden Potential neuer technischer Lösungen im Bereich Fahrerassistenz geschuldet. Andererseits besteht durch die weite Verbreitung von Smartphones auch ein großer Druck, bestimmte Komfort- und Infotainment-Funktionen ins Fahrzeug zu bringen, da die Fahrer:innen sonst verleitet sind, auf ihre portablen Geräte zurückzugreifen (Farooq, Evreinov & Raisamo, 2019). Dies führt zwangsläufig zu einer größeren Komplexität (u.a. durch die Notwendigkeit tieferer Menüstrukturen bzw. kleiner Eingabeelemente) und damit potenziell auch zu einer größeren Ablenkungsgefahr. Aufgrund des insgesamt begrenzten Platzes für Bedien- und Anzeigeelemente im Fahrzeuginneren führte dies zum zunehmenden Trend, die wachsende Anzahl an Funktionen in einem zentralen HMI-Element zu vereinigen. In den meisten Fällen besteht die Umsetzung eines solchen zentralen HMI in einem in der Mittelkonsole angebrachten Display, das direkt (per Touch) oder indirekt (per Drehcontroller/Dreh-Drücksteller, Gestenpad o.ä.) gesteuert wird.

Traditionell wurden in das zentrale HMI vor allem Infotainment-Funktionen integriert, die der Navigation, Multimedia-Zwecken, Kommunikation oder der Erlangung detaillierter Informationen über Fahrzeugzustand etc. dienen. All diesen Funktionen ist gemein, dass sie entweder nicht für die Bewältigung der Fahraufgabe benötigt werden oder aber zumindest nicht zeitkritisch sind. So kann etwa der Wechsel eines abzuspielenden Musikalbums problemfrei aufgeschoben werden, bis die Verkehrssituation dies halbwegs sicher zuzulassen scheint. Selbst das Hinzufügen zusätzlicher Zwischenstopps während einer laufenden Navigation wird in den seltensten Fällen unaufschiebbar und unverzüglich stattfinden müssen. Allerdings gibt es in neuerer Zeit Vorstöße, vermehrt auch Funktionen der unmittelbaren Fahrzeugbedienung in das zentrale HMI zu integrieren, wie etwa das Einstellen der Scheibenwischer oder auch der Seitenspiegel (Parkhurst et al., 2019). Das kann nicht nur dazu führen, dass ehemals zügig und großteilig auf Ebene des motorischen Gedächtnisses ausführbare Aufgaben nun weniger unverzüglich und mit konzeptuell ablenkenderen Interaktionsformen zugänglich sind, sondern auch dazu, dass immer mehr Funktionen um den Platz auf dem Display bzw. in den Menühierarchien des HMI konkurrieren.

Dass diese Integration grundlegender Funktionen in ein zentrales (Touch-)HMI in der Praxis zu Problemen führen kann, zeigt sich an einem vielbeachteten Urteil des OLG Karlsruhe aus dem Jahr 2020. Beim Versuch, den Scheibenwischer auf die gewünschte Geschwindigkeit einzustellen, war ein Fahrer eines Tesla von der Fahrbahn abgekommen und gegen mehrere Bäume gefahren. Das Gericht argumentierte, dass der Fahrer regelwidrig während der Fahrt ein elektronisches Gerät benutzt hatte. Der Regelverstoß bestand darin, dass die Touchscreen-Nutzung per se zwar grundsätzlich erlaubt ist, dies aber nur der Fall sei, solange der dafür nötige Blick auf das Display kurz und dem Verkehr und der Witterung angemessen ist. Mit wachsender Funktionszahl im integrierten HMI lässt es sich jedoch auch unabhängig von den Nutzer:innen nicht vermeiden, dass die Oberflächen und Menüstrukturen immer komplexer und damit potenziell ablenkender werden, und die Nutzung bestimmter Funktionen länger dauert.

### 1.1 Touchscreen

Gerade die Touchscreen-Lösung ist heute der De-facto-Standard für zentrale HMI, da es dieses Bedienkonzept ermöglicht, zahlreiche Funktionen platzsparend in Software umzusetzen. Zugleich handelt es sich dabei jedoch um ein Interaktionskonzept, das zumindest in der heute verbreiteten Form eine Vielzahl von vielfach diskutierten, potenziell sicherheitsrelevanten Nachteilen aufweist (Horn & Gehlert, 2019). Wie Berger und Bernhaupt (2019) festhalten, kann die Bedienung per Touch während der Fahrt zu verminderter Genauigkeit der Eingaben und damit zu Fehlern führen, die die notwendige Zeit zur Bearbeitung von Aufgaben erhöhen und insgesamt mehr Blickabwendungen von der Straße erfordern. Insbesondere die Verwendung von virtuellen Knöpfen auf dem

Touchdisplay benötigt starke visuelle Aufmerksamkeit im Vergleich zu haptischen Eingabeelementen (Budju, 2019), da fast immer ein haptisches Feedback zum „blinden Erfühlen“ des Knopfes fehlt und oftmals auch keine taktile Systemrückmeldung verfügbar ist. Folglich muss der Blick der Nutzer:innen sowohl für die Eingabe als auch für die Prüfung des Eingabeergebnisses von der Straße genommen werden, was u.a. je nach Reaktionszeiten des Systems zu einer längeren oder zu mehreren Blickabwendungen von der Straße führt. Verstärkt wird dieses Problem noch dadurch, dass die Bedienung des Touchscreens während der Fahrt in vibrierender Umgebung stattfindet (Suzuki et al., 2021; Tao et al., 2021). Diese Vibrationen können nicht nur auf technischer Seite zu Ungenauigkeiten in der Positionserkennung einer Eingabe führen, sondern (u.a. in Abhängigkeit der Fahrbahnbeschaffenheit) auch bereits das Zielen mit dem Finger erschweren.

Das Problem der fehlenden Haptik bei Touchscreens und die resultierenden Risiken für die Fahrsicherheit durch erhöhte visuell-manuelle Ablenkung sind schon lange Gegenstand der Forschung, und es wurden verschiedenste Ansätze entwickelt und empirisch erprobt, um die Blickabwendungszeiten zu verringern (Gaffary & Lecuyer, 2018). Die untersuchten Maßnahmen reichen hierbei von der Anreicherung des Interaktionsprozesses durch haptisches bzw. vibrotaktiler Feedback am physischen System (z.B. Kim et al., 2021) und multimodaleren Rückmeldungen (Moreno & Weddle, 2013) bis hin zu sogenannten „mid-air tactile feedbacks“ bei virtuellen Displays (Korres et al., 2020). Allerdings ist aktuell noch nicht abzusehen, wann derartige Technologien einen Reife- und Verbreitungsgrad erreichen würden, dass sie angesichts der weiten Verbreitung „gewöhnlicher“ Displays tatsächlich nennenswert die Ablenkung reduzieren und damit die Verkehrssicherheit erhöhen können. Außerdem merken Breitschaft et al. (2019) an, dass für diese Lösungsansätze meist nur singuläre Befunde existieren, und dass taktiles Feedback oftmals vor allem für Bestätigungsrückmeldungen und weniger für das Suchen und Betätigen von virtuellen Knöpfen oder Reglern eingesetzt wird. Zudem zeigen bestimmte Ansätze zur Ablenkungsverminderung im Zusammenhang mit Touchscreens, wie etwa Videostreams der Straßensituation vor dem Fahrzeug im oberen Teil des Displays, in der empirischen Prüfung eher ernüchternde Befunde (Buchhop et al., 2017).

## 1.2 Spracheingabe

Klimczak et al. (2021) erwarten in Folge des oben angesprochenen Gerichtsurteils den Aufstieg von Sprachassistenten gegenüber den bislang dominanten Touchscreens als primäres Interaktionsmedium. In der Tat werden Sprachinterfaces schon seit längerem als ablenkungsoptimierte Interaktionsform der Techniknutzung im Fahrzeug diskutiert (Simmons, Caird & Steel, 2017), da hier eine freihändige und blickabwendungsfreie Bedienung möglich ist (Horn & Gehlert, 2019). Durch Fortschritte in der technischen Entwicklung funktionieren Spracherkennungssysteme inzwischen zumeist zufriedenstellend, allerdings gibt es auch mit dieser Bedienform Einschränkungen und Probleme. Wie Bubb et al. (2015) feststellen, sind Spracheingaben für digitale Informationsvermittlung (z.B. klare Befehle, Menünavigation) gut geeignet, während diese Eignung für die Veränderung von kontinuierlichen Parametern (z.B. „lauter“, „weiter links“) deutlich eingeschränkt ist. Noch immer findet sich zudem in der Praxis das Filterproblem, das heißt die Herausforderung für das System, sicher unterscheiden zu können, welche Verbalisierungen tatsächlich Eingaben und welche z.B. nur Gesprächsfetzen von Beifahrer:innen sind. Auch wenn sich dieses Problem z.B. durch die Verwendung von Schlüsselphrasen bzw. Aktivierungsknöpfen am Lenkrad sowie dem Herstellen kurzfristiger „Gesprächsdisziplin“ während der Eingaben lösen lässt, sind die meisten Systeme am Markt aktuell immer noch sehr weit entfernt von der Forderung nach einer natürlichen Sprachinteraktion als Mittel ablenkungsoptimierter Systemnutzung (Klimczak et al., 2021). Das größte Problem stellen allerdings noch immer Fehlerkennungen dar, die die Interaktion mit dem System in die Länge ziehen und kognitive (z.B. durch Verärgerung), wie auch visuelle Ablenkung (durch Prüfblicke auf das Display) nach sich ziehen können. Im schlimmsten Fall kann Frustration mit dem fehlerbehafteten Spracherkennungssystem dazu führen, dass die Fahrer:innen das Sprachsystem weitgehend ignorieren und auf das risikobehaftetere Touchdisplay zurückgreifen, weil dieses ihnen ein größeres Gefühl von Kontrolle und Beherrschbarkeit vermittelt. Aber auch abseits dessen gibt es empirische Hinweise dafür, dass Sprachsysteme nicht per se risikofrei sind, da auch sie die Gefahrenentdeckung, Reaktionszeiten und Spurverhalten beeinflussen können (Simmons et al., 2017). Zudem stellt sich die Frage, ob auch bei suboptimalen Sprachsystemen der Glaube, dass es sich um eine risikofreie Interaktionsart handelt, zu einer häufigeren Nutzung durch die Fahrer:innen führen könnte (ebd.).

### 1.3 Smartphone-Integration („Tethering“)

Dieses Argument der Ermutigung zur häufigeren Abwendung der vollen Aufmerksamkeit weg von der Straße kann auch für den in den letzten Jahren zunehmend verbreiteteren Weg der Kopplung des Smartphones mit der Fahrzeuginfrastruktur (auch „tethering“ oder „pairing“ genannt) vorgebracht werden. Um den Griff zum Handy während der Fahrt unnötig zu machen, bieten immer mehr Fahrzeuge die Möglichkeit, das Smartphone mit dem Fahrzeug zu verbinden. Drei Schnittstellen dominieren hierbei den Markt: die betriebssystemabhängigen Lösungen von Google (Android Auto) bzw. Apple (Carplay), sowie die betriebssystem-agnostische Schnittstelle Mirrorlink des Car Connectivity Consortiums CCC, das zunehmend in Fahrzeugen verschiedenster Hersteller zur Verfügung steht. Eine Kopplung des Smartphones hat laut Heinrich (2015) zwei entscheidende Vorteile: Erstens ermöglicht es die Blockierung bestimmter stark ablenkender Funktionen am Smartphone. Zweitens ermöglicht es, die Ein- und Ausgabe über die Fahrzeuginfrastruktur abzuwickeln, die im Gegensatz zu der Hard- und Software des Smartphones spezifisch auf die Nutzung während der Fahrt zugeschnitten ist.

Es gibt diverse empirische Indizien dafür, dass bei Durchführung fahrfremder Aufgaben durch die Nutzung von Tethering-Schnittstellen die Fahrleistung verbessert werden kann, und zwar selbst im Vergleich zu bestimmten OEM-Infotainment-Systemen der Fahrzeughersteller (z.B. Strayer et al., 2019). Allerdings zeigt sich bei diesen Studien auch, dass die Interaktion mit diesen Systemen immer noch eine relativ hohe Beanspruchung und auch Ablenkung hervorbringen kann. Diese wird auch verhaltenswirksam (Fehlerzahl, Reaktionszeiten), und sie wird nicht immer durch entsprechendes Verhalten, wie eine verminderte Geschwindigkeit, kompensiert (Ramnath et al., 2020). Auch bei diesem Interaktionskonzept zeigt sich folglich einerseits, dass die am wenigsten ablenkende Nebenaufgabe diejenige ist, die nicht ausgeführt wird, und andererseits, dass Bedarf besteht, die Interaktion zwischen Fahrer:in und System bewusst und ablenkungsarm zu gestalten.

## 2 Guidelines zum ablenkungsoptimierten Design von Fahrzeug-HMIs

Ziel des vorliegenden Projektes war es, eine Übersicht über veröffentlichte Guidelines zum Thema ablenkungsoptimierte Gestaltung von Fahrzeug-HMIs zu erstellen und mögliche Offenstände sowie Möglichkeiten zu identifizieren, die Nützlichkeit besagter Guidelines für die Verringerung von Ablenkung beim Autofahren zu steigern.

Bubb et al. (2015) unterteilen Aufgaben, die während der Fahrt erledigt werden, in primäre, sekundäre und tertiäre Aufgaben. Primäre Aufgaben sind demnach unmittelbar mit der Fahraufgabe verbunden (z.B. Stabilisierungsaufgabe, Navigationsaufgabe). Sekundäre Aufgaben umfassen noch immer sicherheitsrelevante Dinge im Zusammenhang mit der Fahraufgabe, wie die Nutzung der Hupe oder das Setzen des Blinkers, aber auch die Aktivierung von Assistenzfunktionen (z.B. ACC, Navigationsgerät). Tertiäre Aufgaben haben hingegen weder direkt noch indirekt mit dem Fahren an sich zu tun, beziehen sich aber immerhin auf die Bedienung des Fahrzeugs und werden (auch) während der Fahrt erledigt. Beispiele hierfür sind die Bedienung der Klimaanlage / Heizung, die Fensterbedienung, aber auch die Benutzung des Radios. Für die Belange des Projekts waren zunächst vor allem Aufgaben- und Funktionstypen relevant, die Bezug zur Fahraufgabe aufweisen, oder Funktionen, deren Nutzung während der Fahrt erforderlich oder sehr wahrscheinlich ist (primär und sekundär).

Bei allen denkbaren Bedienungskonzepten für Technik im Fahrzeug ist für das Ausmaß der möglicherweise resultierenden Ablenkung nicht nur die Art, sondern auch die konkrete Umsetzung der Interaktion maßgeblich. Folglich stellt sich die Frage, welche Gestaltungsmaßnahmen als ablenkungsoptimierend gelten und somit als Leitprinzipien für die Neu- oder Umgestaltung von HMI-Systemen im Fahrzeug dienen können. Vor allem aber gilt es zu klären, anhand welcher Kriterien das Ablenkungspotenzial einer konkreten HMI-Lösung im Sinne ihres Ablenkungspotenzials bewertet werden kann. Um diesen Fragen nachzugehen und einen Beitrag zu dem u.a. bereits von Kinnear und Stevens (2015) geforderten Schritt zu leisten, existierende Maßnahmen zur ablenkungsoptimierten Technikgestaltung im Fahrkontext zusammenzutragen und zu systematisieren, und die Industrie bei der Nutzung ihrer Potenziale bei der Technikgestaltung zu unterstützen, wurde zunächst eine umfangreiche Recherche zu öffentlich verfügbaren Guidelines zur Ablenkung durch Fahrzeug-HMI durchgeführt.

Anschließend wurde eine Reihe von Interviews mit Expert:innen aus der praktischen HMI-Gestaltung und praxisnahen Forschung durchgeführt. Ein besonderer Fokus lag bei beiden Vorhaben, wie erwähnt, auf Aufgaben und Funktionen, die mit der fahraufgabennahen Fahrzeugbedienung verbunden sind und auf der Frage, ob diese Art von Tätigkeiten bereits in den einschlägigen Gestaltungsleitfäden berücksichtigt werden.

In einem ersten Schritt wurde eine Literaturrecherche über existierende Maßnahmenkataloge und Gestaltungs-Guidelines für HMI im Fahrzeug durchgeführt. Das Ziel der Recherche bestand darin, veröffentlichte Guidelines und Maßnahmenkataloge zu identifizieren und anschließend auf Offenstände und ihre Passung zu den aktuellen Realitäten des HMI-Designs und o.g. Trends zu prüfen. Im Fokus standen nur Guidelines und Gestaltungsmaßnahmen für den Kontext des nicht-autonomen Fahrens (Automatisierungsstufe Level 2 oder geringer). Hintergrund dessen war, dass das Thema Ablenkung beim Fahren vor allem beim manuellen Fahren von Belang ist, während im Kontext automatisierten Fahrens bestenfalls verwandte Konzepte wie das Aufrechterhalten von Situationsbewusstsein während automatisierter Fahrtabschnitte und insbesondere der Prozess „Übergabe der Kontrolle an den Fahrer“ im Fokus stehen. Zusätzlich kann argumentiert werden, dass etwaige nicht-autonome Fahrtabschnitte nach Übergabe der Kontrolle an die Fahrer:innen hinsichtlich des Ablenkungspotenzials durch das HMI strukturell dem traditionellen Fahren entsprechen. Für diese manuellen Fahrtabschnitte sollte das HMI denselben Anforderungen unterliegen wie bei Fahrzeugen ohne Selbstfahr-Funktionalität.

Die Literaturrecherche lief in drei Phasen ab: Zunächst wurden vollständige Kombinationen einschlägiger englischer und deutscher Stichworte (u.a. driver, Distraction/Fahrerablenkung, guidelines, guides, HMI, IVIS, design implications, standards, Gestaltungsvorschläge, Ablenkungsvermeidung etc.) für Suchanfragen auf allgemeinen Suchplattformen (Google / Google Scholar, DuckDuckGo), Wissenschaftsdatenbanken (pubmed, Base, edoc, das Primus-Portal der Humboldt-Universität zu Berlin) sowie den Literaturdatenbanken der größten Wissenschaftsverlage (Elsevier, Springer, Taylor&Francis, Sage) durchgeführt. Die resultierenden Artikel und Fachbeiträge wurden auf Relevanz gesichtet und irrelevante Publikationen aussortiert. Anschließend wurden die Literaturverweise dieses Literaturkorpus auf weitere passende Veröffentlichungen gesichtet, bevor in Schritt 3 anhand des inzwischen entwickelten Wissensbestandes konkrete Einzelrecherchen z.B. bei den Anbietern spezifischer Guidelines wie der National Highway Traffic Safety Administration durchgeführt wurden.

Historisch gesehen existieren sehr viele Guidelines zur HMI-Gestaltung im Fahrzeug mit unterschiedlichen Geltungsbereichen sowie Detail- und Verbreitungsgraden. Schindhelm et al. (2004) haben eine umfassende Übersicht über die zum damaligen Zeitpunkt verfügbaren Guidelines und Standards zum Thema erstellt. Unter Berücksichtigung des Projektzieles wurden in vorliegender Recherche keine Guidelines weiter berücksichtigt, deren aktuellste auffindbare Versionen älter als zwanzig Jahren sind. Dies betrifft unter anderem diverse Guidelines, die Anfang der 90er-Jahre vom US-Department of Transportation sowie der EU beauftragt wurden, wie z.B. die „HARDIE Human Factors Guidelines for Information Presentation by ATT Systems“ von Ross, Midtland et al. (1996), oder die „Human Factors Design Guidelines for Advanced Traveler Information Systems (ATIS) and Commercial Vehicle Operations (CVO)“ aus dem Jahr 1998.

## **2.1 Klassifizierung von Guidelines im Kontext Ablenkungsvermeidung**

Green (2008) nutzt in seiner Übersichtsarbeit vier Kategorien für die Einteilung von HMI-Guidelines: Neben den bereits im vorigen Absatz erwähnten historischen Veröffentlichungen findet sich dort die Einteilung in Guidelines, die auf dem European Statement of Principles (ESOP) basieren, den Guidelines der Japan Automobile Manufacturers Association JAMA als alleinstehende Kategorie, sowie Standards und Normen (dort werden allerdings nur die ISO-Standards genannt).

In der vorliegenden Recherche zeigte sich jedoch, dass Begrifflichkeiten wie Guidelines, Designprinzipien etc. in der Literatur nicht einheitlich verwendet werden und auf eine Reihe von Gestaltungsmaßnahmensammlungen bezogen werden können. Diese gehen zum Teil auch über die von Green (2008) berücksichtigten Veröffentlichungen hinaus. Die Bandbreite der mit dem Begriff Guidelines bezeichneten Sammlungen reicht dabei von etablierten und international anerkannten Maßnahmen- und Leitlinienkataloge wie dem European Statement of Principles (ESOP) oder den Guidelines der National Highway Transportation NHTSA bis hin zu von einzelnen Autor:innen(gruppen)

vorgebrachten Partikularvorschlägen. Letztere sind oftmals Schlussfolgerungen aus (empirischen oder theoretischen) Einzelstudien, deren Ergebnisse aus Sicht der Autor:innen bestimmte Gestaltungsmaßnahmen nahelegen.

Um die im Rahmen der Recherche gefundenen Ergebnisse einordnen und ggf. hierarchisieren zu können, wurden alle recherchierten Guidelines in eine der folgenden drei Klassen eingeordnet.

→ Typ I: International anerkannte, häufig zitierte Kriterienkataloge

Hierbei handelt es sich um Guidelines im Sinne von Kriterienkatalogen zu Ablenkung durch HMI im Fahrzeug, die vielfach zitiert und rezipiert worden sind. Sie beruhen auf empirischen Befunden, Standards, und/oder anderen Guidelines und sind von einer Gruppe von Forscher:innen und Stakeholder:innen entwickelt, rezipiert, kommentiert und überarbeitet worden. Alle Guidelines dieses Typs sind performanzbasiert, d.h. es steht die Frage im Vordergrund, welche Eigenschaften ein ablenkungsarmes HMI aufweisen sollte, und weniger die Frage, auf welchem Weg diese Eigenschaften erreicht werden können.

Beispiele: NHTSA Visual-Manual Distraction Guidelines, European Statement of Principles (ESOP)

→ Typ II: Designspezifische Guidelines

In diese Kategorie fallen ablenkungsorientierte Guidelines zu HMI im Fahrzeug im Sinne von Gestaltungsprinzipienkatalogen, die ebenso wie Typ I-Guidelines auf empirischen Befunden und Vorarbeiten beruhen und diese zu einem Katalog aggregieren, allerdings in zumeist kleinerem Rahmen entwickelt wurden und / oder weniger verbreitet bzw. zitiert sind. Bei diesem Typus steht die Frage im Mittelpunkt, wie einzelne Aspekte des HMI konkret gestaltet und optimiert werden können, um die (u.a. in Typ I-Guidelines spezifizierten) Anforderungen erfüllen zu können. In diese Klasse fallen bereits bedeutend mehr Veröffentlichungen als in Typ I, was zusammen mit dem zumeist engeren Fokus auf bestimmte Gerätetypen oder Gestaltungsaspekte auch Auswirkungen auf die Verbreitung bzw. die Zitationshäufigkeit hat.

Beispiele: TRL Guidelines von Stevens et al. (2002), Young & Zhang (2015)

→ Typ III: Designvorschläge

In diese breiteste Kategorie fallen Einzelmaßnahmen oder Prinzipien(sammlungen) zu einem sehr engen Teilaspekt der HMI-Gestaltung, die oftmals von Autor:innen(gruppen) aus empirischen Studien abgeleitet werden, ohne weiter formalisiert oder gebündelt zu werden.

Beispiele: Jung, Park et al. (2021) zu verschiedenen Parametern von Touchscreen-Buttons, Klimczak et al. (2021) zu Sprachinterfaces, Löcken et al. (2017) zu ambient attention als Mittel zur Trennung sicherheitskritischer von weniger wichtiger Information durch verschiedene Aufmerksamkeitskanäle

Die obigen Klassen haben vor allem beschreibenden Charakter, denn strenggenommen vermischen sich hier verschiedene unabhängige Aspekte wie „Verbreitungsgrad“, „inhaltliche Breite“ und „Breite des theoretischen / empirischen Fundaments“, die aber in der Praxis sehr eng zusammenhängen und letztlich zu obigem Klassifikationsschema führten. Von zentraler Bedeutung für die Belange des Vorhabens waren hierbei Guidelines vom Typ I, da die darin befindlichen Kriteriensammlungen von zentraler Bedeutung für die ablenkungsoptimierte Gestaltung von Fahrzeug-HMI sind. Die darin formalisierten Kriterien, was ein aus Sicherheitsperspektive akzeptables HMI ausmacht, stellen die Bezugsgröße für die konkreten Gestaltungsmaßnahmen (Typ II und III) dar und bieten z.T. überprüfbare Richtwerte, deren Einhaltung dann u.a. unter Zuhilfenahme dieser Design-Guidelines erreicht werden kann.

## 2.2 Kriterienkataloge (Guidelines Typ I)

In diesem Abschnitt werden alle im Rahmen der Recherche identifizierten Typ I-Guidelines zunächst beschrieben und dann vergleichend in tabellarischer Form zusammengefasst. Dabei handelt es sich um die Guidelines, die auf dem ESOP basieren und im Folgenden auch als ESOP-Linie bezeichnet werden (ESOP, AAM, NHTSA Phase 1 und 2), sowie die japanischen JAMA-Guidelines.

Anschließend wird in Abschnitt 2.3 noch auf eine Reihe weitere Guidelines eingegangen, die nicht als Typ I-Guidelines klassifiziert wurden, aber dennoch von Relevanz für das Projekt sind. Dazu zählen neben Guidelines zu den Themenbereichen Touchscreens, Sprachsystemen sowie Smartphone-Integration auch exemplarische weitere Gestaltungsmaßnahmen-Kataloge vom Typ II.

### 2.2.1 European Statement of Principles (ESOP) (2006)

Das ESOP liegt in der aktuellsten Revision von 2008 u.a. auf Deutsch als „Empfehlung der Kommission vom 26. Mai 2008 über sichere und effiziente bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme: Neufassung des Europäischen Grundsatzkatalogs zur Mensch-Maschine-Schnittstelle“ vor. Wie von Green (2008) angemerkt wird, stellen diese ursprünglich unter dem Term EU Guidelines geführten, 1999 erstmalig veröffentlichten Guidelines den Ursprung der drei vielzitiertesten internationalen Guidelines (ESOP, NHTSA, AAM) dar.

Der inhaltliche Kern des ESOP besteht aus fünf Grundsatz-Leitlinien („Entwicklungsziele Gesamtdesign“) sowie insgesamt 28 Gestaltungsprinzipien in sechs Kategorien (s. Abschnitt 2.2.6). Der Geltungsbereich umfasst Informations- und Kommunikationssysteme, die Fahrer:innen während der Fahrt nutzen können. Ebenfalls thematisiert werden Systeme und Funktionen, die nicht während der Fahrt genutzt werden sollen. Nicht thematisiert werden u.a. Sprachsysteme, Systeme zur Bremsunterstützung, aber auch Warn- oder Unterstützungsfunktionen (z.B. Nachsichtsysteme, Kollisionswarner), auch wenn die Autor:innen anmerken, dass *„manche dieser Grundsätze [...] jedoch bei der Entwicklung von FAS hilfreich sein“ können* (EU, 2008, S.3).

Auffällig ist, dass in den ESOP nur selten konkrete Kriterien und keine Grenzwerte genannt werden, und stattdessen Formulierungen wie „hinreichend“, „ausreichend“ etc. verwendet werden. Als Begründung für diese Unbestimmtheit wird folgender Umstand vorgebracht: *„Die Wissenschaft ist derzeit noch nicht hinreichend imstande, einen zwingenden Zusammenhang zwischen allen Grundsätzen und den Konformitätskriterien herzustellen. Aus diesem Grund wurden nicht alle Grundsätze systematisch mit Normen oder bereits definierten und anerkannten Kriterien verknüpft.“* (S. 6). Allerdings werden zu verschiedenen Gestaltungsprinzipien relevante ISO-Standards referenziert.

### 2.2.2 Alliance of Automobile Manufacturers AAM (2006)

Das erstmals 2000 veröffentlichte „Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced InVehicle Information and Communication Systems“ der von der AAM eingesetzten Driver Telematics Working Group weist inhaltlich eine große Nähe zum ESOP auf, da es weitestgehend auf der europäischen Prinzipiensammlung basiert. Allerdings liegt der Fokus hier bedeutend mehr auf Prüfmethode der Sicherheit / Usability des Systems, weshalb die AAM-Guidelines effektiv eine Erweiterung bzw. Konkretisierung des ESOP darstellt (Green, 2008). Die aktuellste Version der AAM-Guidelines liegt aus dem Jahr 2006 vor. Bischoff (2006) beschreibt in einem Begleitartikel zur aktualisierten Version, dass auch empirische Erkenntnisse aus Europa und Japan Einfluss auf die Gestaltungsprinzipien gehabt haben, was sich unter anderem in Prinzip 1.4 und dessen Nähe zu Gestaltungsprinzip 3.2 in den JAMA-Guidelines (s. Abschnitt 2.2.6) äußert.

Es finden 24 Gestaltungskriterien aus fünf Kategorien Anwendung. Als Geltungsbereich werden „neue“ Informations- und Kommunikationstechnologie und Geräte mit visueller und visuell-manuellen Interfaces sowie deren Funktionen benannt, die vom Fahrer während der Fahrt (> 5 Meilen pro Stunde) und unter „normalen bzw. Routinefahrt-Bedingungen“ genutzt werden. Die 24 Gestaltungsprinzipien sind auch hier primär performanzbezogen formuliert, also eher der Frage folgend, welche Kriterien ein Gerät erfüllen sollte, und weniger, wie das Erreichen der Kriterien bewerkstelligt werden kann. Als Begründung dafür, dass fast keine konkreten Gestaltungsmaßnahmen genannt



werden, wird angeführt, dass „Innovationen nicht behindert“ werden sollen (Bischoff, 2006). Dafür werden zu jedem Prinzip eine inhaltliche Begründung sowie (anders als beim ESOP) mögliche Validierungsmethoden genannt.

Es wird eine exemplarische Liste von Nebenaufgaben genannt: Während Navigationssystemnutzung oder die Anforderung von Verkehrsinformationen noch sehr wohl unter die fahrrelevanten Aufgaben im Sinne des vorliegenden Projektes gezählt werden können, finden sich als Teil des adressierten Spektrums in der AAM-Veröffentlichung noch für die Fahraufgabe irrelevante Nebenaufgaben wie Telefonate, Textschreiben oder die Nutzung interaktiver Services wie Internetsuche oder das Lesen von Horoskopen. Ausgeschlossen werden in den AAM-Guidelines hingegen „gewöhnliche“ Systeme wie CD-Player, Kassettendecks, aber auch das Vehicle Information Center; es sei denn, diese sind Teil integrierter Systeme. Wichtig ist ferner, dass eine Gültigkeit der Kriterien sowohl für fahrzeugseitig verbaute als auch für tragbare Geräte sowie Nachrüstsysteme beansprucht wird. Explizit ausgeschlossen werden hingegen sprachaktivierte Geräte.

Im Gegensatz zum ESOP nennt die AAM konkrete Akzeptanzwerte für die Systemleistung. Prinzip 2.1 spezifiziert die laut AAM-Guidelines zulässigen Grenzwerte für Blickabwendungszeiten: Eine Funktion des Systems soll demgemäß mit einer Reihe von Einzelblicken auf das System nutzbar sein, bei der jeder Einzelblick nicht länger als zwei Sekunden dauert und die kumulierte Blickabwendungszeit nicht mehr als 20 Sekunden beträgt. Diese Grenzwerte basieren auf Untersuchungen zur Einstellung eines Radiosenders und liegen fünf Sekunden über der im SAE J2364-Standard definierten kumulierten Zeitgrenze von 15 Sekunden (Bischoff, 2006).

### **2.2.3 NHTSA Visual-Manual Driver Distraction Guidelines (Phase 1) (2013)**

Das von der US-amerikanischen Behörde National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) im April 2010 gestartete „Driver Distraction Program“ hat unter anderem zum Ziel, unverbindliche, freiwillige Guidelines zu erarbeiten, die dabei helfen sollen, Ablenkung durch technische Geräte im Fahrzeug zu reduzieren. Das Programm besteht aus drei Phasen: Phase 1 hatte zum Ziel, eine Guideline zur visuell-manuellen Ablenkung von Fahrern durch fahrzeuginterne elektronische Gerätschaften zu erstellen. Phase 2 beschäftigte sich mit der Ablenkung durch tragbare Geräte sowie Nachrüstsysteme, während Phase 3 sich spezifisch mit sprachbasierten Systemen auseinandersetzen sollte.

Im Jahr 2012 wurde für der zur Phase 1 gehörige Kriterienkatalog „Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices“ als Entwurf veröffentlicht. Wie bei allen anderen vorgestellten Veröffentlichungen handelt es sich um eine freiwillige Guideline anstelle eines verbindlichen Federal Motor Vehicle Safety Standards. Dies wird analog zur ESOP mit dem Umstand erklärt, dass noch mehr Forschung hinsichtlich Fahrerablenkung und deren Unfallrelevanz nötig sei, sowie mit dem Umstand, dass sich der Bereich technischer Geräte im Fahrzeug sehr schnell fortentwickelt. Nach umfangreichen Rückmeldungen aus Forschungs- und Industriekreisen wurde 2013 schließlich die finale Version v1.01 veröffentlicht, bei der unter anderem aus ursprünglich sieben verschiedenen Testmethoden für die Beanspruchungsmessung zwei übriggeblieben sind. Außerdem wurde ein aus den JAMA Guidelines (s. Abschnitt 2.2.5) übernommener Grenzwert entschärft (maximal 30 Zeichen gleichzeitig auf dem Display). Der angegebene Geltungsbereich der Phase-1-NHTSA Guideline umfasst herstellerseitig verbaute elektronische Geräte, die vom Fahrer leicht gesehen / erreicht werden können (selbst wenn sie eigentlich nur für Beifahrer gedacht sind). Sie sind nicht angedacht für Herstellertechnik in Fahrzeugen über 10.000 Pfund (rund 4,5 Tonnen), da diese zumeist mit strukturell anderen Interfaces ausgestattet seien, sowie für Nutzfahrzeuge wie Krankenwagen, Militärfahrzeuge etc. Ferner wird keine Geltung beansprucht für Aufgaben und Funktionen, die mit der sicheren Führung des Fahrzeugs zu tun haben (z.B. Warnsysteme), sowie für Displays, die kontinuierlich einen Systemzustand zurückmelden (z.B. Tankanzeige, Tachometer).

Obwohl die NHTSA Guidelines der Phase 1 ein anderes Kategorisierungssystem für die Gestaltungsprinzipien verwenden als das ESOP sowie die AAM-Guidelines, basieren ihre Prinzipien klar erkennbar auf den vorherigen Veröffentlichungen und auch den JAMA-Guidelines. Der NHTSA-Leitfaden stellt folglich die aktuellste Entwicklung dieser „ESOP-Linie“ dar, zumal die AAM-Guidelines selbst nicht mehr weiterentwickelt wurden und die AAM

stattdessen auch am NHTSA-Programm mitgewirkt hat. Es handelt sich dabei (zusammen mit dem ESOP) um die am häufigsten zitierte und thematisierte Krieriensammlung, die auch für andere HMI-Guidelines als Grundlage verwendet wurden (z.B. die HMI-Guidelines des Connected Motorcycle Consortiums). Im Gegensatz zu den AAM-Guidelines wird hier ein noch stärkerer Fokus auf die Testung der Kriterien gelegt, inklusive konkreter Guidelines zur standardisierten Testung (zuletzt im Addendum NHTSA, 2019).

Es werden zwei Testmethoden vorgeschlagen, um die Auswirkungen einer Systeminteraktion auf die Fahreraufmerksamkeit zu testen. Methode 1 besteht in der Messung der Blickabwendungszeit während der Aufgabebearbeitung. Es wird eine Einzelblickdauer von maximal 2 Sekunden sowie eine kumulierte Blickabwendungszeit von maximal 12 Sekunden gefordert. Testmethode 2 ist die Visual Occlusion Technique, die testet, ob eine Aufgabe mit einer Reihe Blicken von maximal 1.5 Sekunden Dauer und binnen 12 Sekunden kumuliert erfüllt werden kann. Die NHTSA-Guidelines der Phase 1 arbeitet dabei mit einem umfassenden „lock-out“ (Ausschluss-)System: Neben in den Guidelines definierten per-se Ausschlüssen für Funktionen, die während der Fahrt nicht zur Verfügung stehen sollten (z.B. Fernsehen, manuelle Texteingaben, Webbrowsering), sollen sämtliche Funktionen deaktiviert werden, die die oben genannten Akzeptanzkriterien bei den Tests nicht erfüllen.

Die NHTSA Phase 1-Guidelines gelten als vergleichsweise restriktiv und wurden von der Industrie mitunter kontrovers diskutiert (Heinrich, 2013; Heinrich, 2015), was unter anderem am Kriterium für die maximale Blickabwendung liegt (12 Sekunden statt der 20 Sekunden der AAM). Auch die Auswahl der Tests sowie der hierfür herangezogenen Referenzaufgaben (Radionutzung) stehen in der Kritik (Young & Zhang, 2015). Young (2016) führt aus, dass die Metrik der TEORT (total eyes-off-road time) sich gemäß diversen Befunden aus Naturalistic Driving Studies als wenig prädiktiv für Unfälle erwiesen hat. Es bestünde durch zu restriktive Akzeptanzkriterien die Gefahr, dass herstellerseitig Ressourcen für Redesigns statt für hilfreiche Sicherheits-Gestaltungsmaßnahmen aufgewendet werden. Auch könnten Fahrer:innen bei zu leichtfertiger Blockierung von Funktionen, die die strikten Akzeptanzkriterien nicht erfüllen, wieder zum Griff zum Smartphone während der Fahrt ermutigt werden.

#### **2.2.4 NHTSA Visual-Manual Guidelines for portable and after-market devices (Phase 2) (2016)**

Wie in einem Positionspapier der Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA)<sup>1</sup> aus dem Jahr 2015 angemerkt wird, gab es auch nach dem Aufkommen von Smartphones und Tablets lange Zeit keine anerkannten HMI-Guidelines für die Gestaltung tragbarer Geräte im Fahrkontext, obwohl deren Nutzung während der Fahrt besonders risikobehaftet ist. Im Jahr 2016 veröffentlichte die NHTSA ihren Vorschlag für Phase 2 ihrer Guideline-Initiative mit den Guidelines für tragbare sowie nachrüstbare Geräte. Diese bauen einerseits auf den Phase 1-Guidelines auf, erweitern diese andererseits jedoch um Aspekte, in denen sich fest eingebaute und tragbare Geräte unterscheiden und die dementsprechend in den Phase 1-Guidelines noch nicht oder nicht ausreichend thematisiert worden sind. Dazu gehört auch eine Modifikation der in den Phase 1-Guidelines vorgeschlagenen Testmethoden.

Das aktuellste verfügbare Dokument zu diesem Kriterienkatalog besteht in einer Ankündigung des US Federal Register, in der die Phase 2-Guidelines im Entwurf vorgestellt werden und ein Aufruf für Kommentare und Rückmeldungen bis Februar 2017 ergeht. Eine anhand derartiger Rückmeldungen überarbeitete finale Fassung war ebenso wenig auffindbar wie Hinweise auf die ebenfalls noch ausstehende Phase 3 zu sprachbasierten Systemen. Obwohl im Jahr 2019 von der Initiative ein Leitfaden für die Akzeptanzmessung gemäß Phase 1 veröffentlicht wurde, ist der Status der NHTSA-Initiative bezüglich Phase 2 und 3 zum Zeitpunkt der Berichterlegung ungeklärt.

Anders als in der Phase 1-Veröffentlichung wird der Geltungsbereich für tragbare und nachrüstbare elektronische Geräte hier als unabhängig von der Fahrzeuggröße betrachtet. Ausgeschlossen werden Funktionen, die mit der sicheren Führung des Fahrzeugs zu tun haben (z.B. Warnsysteme), aber auch grundlegende Funktionen der Fahrzeugkontrolle, sowie erneut Displays zur kontinuierlichen Rückmeldung eines Systemzustands (Tankanzeige,

---

<sup>1</sup> <https://www.oica.net/wp-content/uploads/OICA-Position-Paper-Driver-Distraction-Final-2015-03-03.pdf>

Tachometer). Obwohl der Phase 2-Entwurf als eigenständiger Leitfaden geführt wird, bezieht er sich ansonsten im großen Maß auf die Phase 1-Guidelines von 2013. Es werden drei Grundmaßnahmen vorgeschlagen, die in Abbildung 2 schematisch dargestellt werden: Hersteller tragbarer Geräte sollen einen Tethering-Modus zur Kopplung des Gerätes an das Fahrzeug bereitstellen, während die Fahrzeughersteller dies von ihrer Seite her ebenfalls ermöglichen sollen. Hersteller von Nachrüst-Geräten sollen unterdessen schlicht die Einhaltung der Phase 1-Guidelines beachten. Wenn es aus bestimmten Gründen nicht möglich ist, ein tragbares Gerät mit der Fahrzeuginfrastruktur zu koppeln, so wird ein sog. „driver mode“ (Fahrermodus) empfohlen, der die Funktionalität und GUI des tragbaren Gerätes auf den Fahrkontext anpasst (zu weiteren Details zu diesem Konzept siehe u.a. Horn & Gehlert, 2019). Da hierbei das Problem besteht, das z.B. ein Smartphone aktuell nicht sicher detektieren kann, ob seine Nutzer:innen gerade wirklich selber fahren oder als Beifahrer:innen bzw. mit öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs sind, wird als Übergangslösung zur Vermeidung von Fehldetektionen eine manuelle Aktivierung vorgeschlagen.

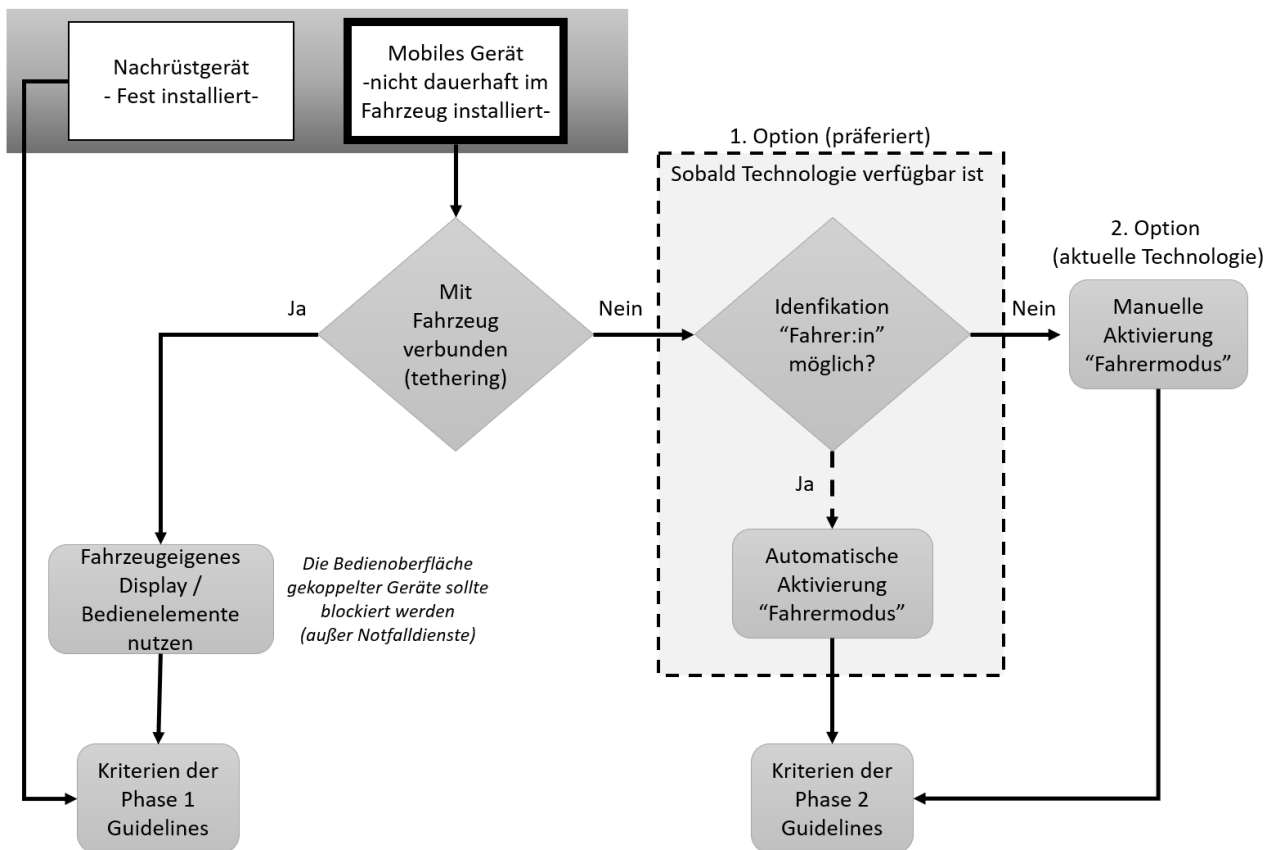


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Empfehlungen NHTSA Phase 2 (übersetzt aus: NHTSA, 2016)

### 2.2.5 Japan Automobile Manufacturers Association JAMA (2004)

Die von der JAMA herausgegebenen Guidelines erschienen erstmalig 1990 und liegen in ihrer aktuellsten Fassung 3.0 aus dem Jahr 2004 vor. Sie gelten laut Green (2008) als die einzigen „Haupt“-Guidelines, die nicht direkt der ESOP-Linie entsprungen sind, auch wenn sie in spätere Weiterentwicklungen der ESOP-Linie wie die NHTSA-Guidelines anteilig eingegangen sind (z.B. der von der JAMA vorgeschlagene maximale Blickwinkel von 30° abwärts zwischen normaler Fahrsichtlinie und Display, der sich auch in der NHTSA-Veröffentlichung wiederfindet). Die Kriteriensammlung bezieht sich auf alle im Fahrzeug verbauten Displaysysteme, die sich an einer vom Fahrer einsehbaren Position befinden, und zwar inklusive aller auditiven Informationen, die durch solche Systeme ausgegeben werden. Nicht eingeschlossen sind eigeninitiativ von Händlern nachgerüstete Systeme sowie Systeme zur Sichtverbesserung (Rückfahrkamera, Nachtsichtsysteme, etc.).

Es werden vier Grundleitgedanken genannt, bevor insgesamt 24 Gestaltungskriterien aufgeführt werden. Auch die JAMA-Guidelines beinhalten zum Teil konkrete Grenzwerte für die Gestaltungskriterien, wobei in Fällen, bei denen keine genaue Nennung möglich ist, auf die vier Grundleitgedanken zurückgegriffen werden soll. Die Kriterien und Grenzwerte wurden anhand von Befunden aus Feldexperimenten entwickelt, die unter verschiedenen Straßen-, Navigations- oder Fahrzeugsystembedingungen durchgeführt wurden (Akamatsu, 2008). Das Akzeptanzkriterium für die Blickabwendungszeit ist hier am striktesten unter allen Guidelines, mit der üblichen Einzelblickdauer von maximal zwei Sekunden, allerdings einer zulässigen kumulierten Gesamtblickdauer von nur acht Sekunden.

### 2.2.6 Zusammenfassung verfügbarer Kriterienkataloge

In der folgenden Tabelle sind die vier großen Typ I-Guidelines mit ihren Kriterien vergleichend gegenübergestellt (die NHTSA-Phase 2-Guidelines zu portablen Geräten sind aufgrund ihres spezialisierten inhaltlichen Fokus nicht aufgeführt, da die dortigen Prinzipien nicht vergleichbar mit den anderen Veröffentlichungen sind).

Da sich die einzelnen Guidelines im jeweiligen Wortlaut ihrer Kategorien und Prinzipien zwar stark ähneln, aber nicht immer gänzlich gleichen, wurde für folgende Übersicht versucht, jeweils möglichst passende Beschreibungen zu verwenden, die den Sinn der jeweiligen Kategorien und Kriterien möglichst gut repräsentieren. In der Tabelle finden sich mehrere ähnlich klingende Kriterien (z.B. „keine Audioausgaben mit unkontrollierbarem Lautstärkeniveau / Option für Stummschaltung“ vs. „Lautstärke aller potenziell ablenkenden auditiven Informationen steuerbar“). Dies ist der Tatsache geschuldet, dass im konkreten Wortlaut einiger Guidelines eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Aspekten gemacht wird, während andere diese nicht ausdifferenzieren. Für die Übersicht wurden stets die differenziertesten Varianten aufgenommen.

**Tabelle 1: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines**

Kategorie	Prinzip	Referenznummer			
		ESOP (2006)	AAM (2006)	NHTSA (2013)	JAMA (2004)
Installation	Richtlinien bei Einbau beachtet / Korrektur Einbau	4.3.2.1	1.1	-	3.1.(4)
	freie Sicht nicht durch System verdeckt	4.3.2.2	1.2	A1	3.1.(2)
	fahrrelevante Bedien- / Anzeigeelemente nicht verdeckt	4.3.2.3	1.3	A2	3.1.(1)
	Bedienelemente so angebracht, dass bei Bedienung keine zu große Abweichung von Fahr-Sitzposition erfolgt	-	-	B	3.1.(3)
	Displays mit relevanter Information so nah wie möglich / praktikabel an der Sichtlinie angebracht	4.3.2.4	1.4	C, D	3.2
	Minimale Blendwirkung und Reflektionen	4.3.2.5	1.5	-	4.1.(3) [bzgl. Nachtfahrten]
Informations- präsentation	Aufgaben sind mit kurzen, sequentiellen Blicken und zügig erfüllbar (max. Einzelblickdauer / max. kumulierte Blickdauer)	4.3.3.1 (keine Angabe)	2.1 (2s / 20s)	G (2s / 12s)	4.2.(1) & 5.(4) (2s / 8s)
	Standards (Guidelines / empirische Daten) für Zeichen, Töne, Symbole, Akronyme etc. befolgt	4.3.3.2	2.2	E	4.1.(2)
	Fahrrelevante Information wird präzise und verzögerungsfrei präsentiert	4.3.3.3	2.3	-	-
	Information mit hoher Sicherheitsrelevanz wird priorisiert	4.3.3.4	-	-	-
	Stummschaltungsoption vorhanden / keine Audioausgaben mit unkontrollierbarem Lautstärkeniveau	4.3.3.5	2.4	H	4.3.(2)
Interaktion	maximal einhändige Bedienung	4.3.4.1	3.1	I inkl. I.1 - I.4	5.(1)
	vollständige freihändige Bedienung bei sprachbasierten Systemen möglich	-	3.2	-	-
	Unterbrechbarkeit / Wiederaufnahme-Option	4.3.4.2 & 4.3.4.3	3.3	J J.1 J.3- J.6	5.(3) bis 5.(6)

Tabelle 2: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines (fortgesetzt)

Kategorie	Prinzip	Referenznummer			
		ESOP (2006)	AAM (2006)	NHTSA (2013)	JAMA (2004)
Interaktion	Fahrer:in bestimmt Tempo der Interaktion (verzögerte Eingaben)	4.3.4.4	3.4	J.2	5.(8)
	Bedienelemente des Systems beeinträchtigen nicht die Nutzung fahrrelevanter Bedienelemente des Fahrzeugs	4.3.4.5	-	-	-
	Bedienung des Systems behindert nicht die Sicht	-	-	-	5.(2)
	Lautstärke aller potenziell ablenkenden auditiven Informationen steuerbar	4.3.4.6	-	-	4.3.(1)
	Systemrückmeldung erfolgen zeitnah und sind klar erkennbar	4.3.4.7	3.5	K.1 – K.4 (≈250ms)	5.(9)
	nicht sicherheitsrelevante dynamische Information abschaltbar	4.3.4.8	3.6	L.1 L.2	-
Systemverhalten	ablenkende visuelle Information ohne Relevanz für Fahraufgabe (z.B. TV) blockiert	4.3.5.1	4.1	F	4.1.(1)
	Systemverhalten stört keine Anzeige-/ Bedienelemente, die für Fahrsicherheit relevant sind	4.3.5.2	-	-	-
	System unterscheidet klar zwischen fahrtgeeigneten und nicht fahrtgeeigneten Funktionen	-	-	M	-
	Blockierung von nicht für die Nutzung während der Fahrt geeigneten Funktionen	4.3.5.3	4.2	F	4.2.(2) & 5.(7)
	sicherheitsrelevante Statusnachrichten / Fehlfunktionen werden zeitnah und korrekt an Fahrer:in gemeldet	4.3.5.4	4.3	N	6.(2)
Externe Informationen über das System	Adäquate Dokumentation / Sicherheitshinweise	4.3.6.1	5.1	-	6.(1)
	Anleitungen / Instruktionen sind korrekt und einfach gehalten	4.3.6.2	5.2	-	6.(3)
	Instruktionen sind in Sprache / Form gehalten die regional verstanden wird	4.3.6.3	5.3	-	6.(3)

**Tabelle 3: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines (fortgesetzt)**

Kategorie	Prinzip	Referenznummer			
		ESOP (2006)	AAM (2006)	NHTSA (2013)	JAMA (2004)
Externe Informationen über das System	Instruktionen unterscheiden klar zwischen fahrtgeeigneten und nicht fahrtgeeigneten Funktionen	4.3.6.4	5.4	-	-
	Produktinformationen beschreiben Systemfunktionen genau	4.3.6.5	-	-	-
	Produktinformationen stellen benötigte Kompetenzen / Einschränkungen hinsichtlich Nutzer:innengruppen deutlich heraus	4.3.6.6	5.5	-	-
	Repräsentationen der Nutzung (Bilder, Beschreibungen) sind realistisch und fordern nicht zu unsicherem Verhalten auf	4.3.6.7	5.6	-	-

Insgesamt sind die gemeinsame Herkunft und gegenseitigen Beeinflussungen bei den veröffentlichten Kriterienkatalogen deutlich erkennbar: Die grundlegenden Prinzipien sind über alle Guidelines hinweg relativ ähnlich und zum Teil faktisch identisch formuliert. Alle vorgestellten Guidelines sind durchgehend unverbindlich, haben also lediglich Empfehlungscharakter. Größere Unterschiede finden sich eher in der Spezifikation konkreter Grenzwerte oder Messmethoden. Alle vier bzw. fünf Guidelines (mit NHTSA Phase 2) fokussieren sich auf die visuell-manuelle Form der Ablenkung, während kognitive Ablenkung nicht explizit thematisiert wird. Visuell-motorische Ablenkungen stellen allerdings nach Expertenmeinung auch das größte Problem für die Verkehrssicherheit dar (Horn & Gehlert, 2019). Zudem besteht bei der kognitiven Ablenkung das Problem, dass sie nur schwierig messbar ist, ohne dass durch die Messung das natürliche Fahrverhalten beeinflusst wird.

Auch wenn die Ablenkungsminimierung im Mittelpunkt aller Guidelines steht, ist generell auffällig, dass es sich bei den Guidelines vom Typ I im Kern eher um Gestaltungskriterien-Kataloge als um Maßnahmenansammlungen handelt: Es geht vorrangig um die performanzbasierte Bewertung von Systemen (summativ), und weniger um designspezifische Hinweise und Prinzipien, wie eine ablenkungsoptimierte Performanz konkret erreicht werden kann (formativ). Das gilt selbst für das ESOP, obwohl dort keine konkreten Kriterien und Grenzwerte genannt werden. Zugleich bietet insbesondere der Entstehungs- und Überarbeitungsprozess der NHTSA-Empfehlungen Einblicke in das Spannungsfeld, in dem derartige Guidelines agieren und aufgrund dessen oftmals auch eher allgemeine Hinweise gegeben werden. Aus Sicht der Verkehrssicherheit besteht ein großes Interesse an konkreten Akzeptanzgrenzen für die Gestaltung von Fahrzeug-HMIs. Dem gegenüber steht jedoch die bei Heinrich (2015) und auch in der erweiterten Dokumentation z.B. der NHTSA Phase 1-Guideline (2013) zum Ausdruck gebrachte, eher reservierte Reaktion der Gestaltungspraxis gegenübersteht, die die z.T. mangelnde Befundlage für konkrete Grenzwerte kritisiert und Innovationshemmnisse durch Überregulierung befürchtet.

## 2.3 Guidelines für sprachbasierte Systeme

Wie im vorherigen Kapitel erörtert, beziehen sich alle veröffentlichten Typ I-Guidelines vorrangig auf visuell-motorisch zu nutzende Systeme. Zumindest die AAM-Guideline erwähnt in einem Prinzip explizit sprachbasierte Systeme, allerdings auch dort eher implizit<sup>2</sup>. Während diverse Standards zu sprachbasierten Systemen existieren (z.B. die SAE J2988), konnten keine Guidelines vom Typ I spezifisch für sprachbasierte Systeme identifiziert werden. Wie in Abschnitt 2.2.4 erwähnt, ist zurzeit unklar, wie der Status von Phase 3 des NHTSA-Programmes ist, die sich diesem Themenfeld widmen sollte.

Ein möglicher Grund dafür ist, dass Sprachsysteme zur Technikbedienung im Vergleich zu Displaysystemen erst seit relativ kurzer Zeit im Fahrzeug verbreitet sind. Ein weiterer Grund für den Mangel an Kriterienkatalogen mag zudem im Problem der Bestimmung konkreter Grenzwerte bestehen (z.B. welche Parameter dürfen maximal welche Werte aufweisen, um als sicher gelten zu können; welche Fehlerkennungshäufigkeit kann noch als akzeptabel gelten, etc.). Insbesondere bei Sprachsystemen, die auf möglichst geringe visuelle Ablenkung optimiert sind, rückt die kognitive Ablenkung in den Fokus, da Sprachinteraktion immer eine Nebenaufgabe ist, die zumindest kognitive Ressourcen bindet (Braun et al., 2019). Auch wenn durch Naturalistic Driving Studies (NDS) nahegelegt wurde, dass in Laborexperimenten ermittelte Unfallwahrscheinlichkeiten z.B. durch (Telefon-)Gespräche historisch möglicherweise überschätzt wurde (Heinrich, 2015), muss jedoch beachtet werden, dass Unfallzahlen bzw. daraus abgeleitete Unfallwahrscheinlichkeiten nicht als alleiniger Indikator für eine Gefährdung herangezogen werden können und sollten (siehe hierzu auch Abschnitt 5.2). Auch aus diesem Grund ist es Konsens, dass eine möglichst natürliche Sprachinteraktion mit einem System wichtig ist, um sicherheitsförderliche und auch akzeptierte Sprachsysteme zu erhalten (z.B. Klimczak et al., 2021).

Auf der Ebene der weniger breit rezipierten Typ II-Guidelines (Gestaltungsmaßnahmen) lassen sich für den Bereich der Sprachsysteme unter anderem die Veröffentlichungen von Murad et al. (2018) sowie Hua und Ng (2010) nennen. Erstere wenden in ihrem Paper Usability-Heuristiken auf Sprachinteraktions-Systeme in Fahrzeugen an, während Hua und Ng (2010) eine Zusammenstellung von Designprinzipien erarbeitet haben.

## 2.4 Guidelines zu gekoppelten tragbaren Geräten

Neben den NHTSA-Guidelines zu portablen Geräten aus dem Jahre 2016 (s. Abschnitt 2.2.4) existieren drei nennenswerte designspezifische Guidelines zu tragbaren Geräten, die an die Fahrzeuginfrastruktur gekoppelt werden können. Wie auch Heinrich (2015) feststellt, bietet eine solche Kopplung den Vorteil, dass eigentlich für fest installierte Geräte entwickelte Guidelines wieder zur Geltung kommen können, da die Nutzerschnittstelle wieder auf die Fahrzeughardware verlagert wird. Voraussetzung hierfür ist, dass die Kopplung vor Beginn der Fahrt oder automatisiert stattfindet und die Bedienung der Funktionalitäten des gekoppelten Gerätes ausschließlich über Bedien- und Anzeigeelemente des Fahrzeugs stattfindet.

Sowohl Apple als auch Google haben für ihre Kopplungsschnittstellen Carplay<sup>3</sup> bzw. Android Auto<sup>4</sup> basierend auf den „gängigen“ Guidelines (ergo Typ I bzw. konkret die ESOP-NHTSA-Linie) eigene Guidelines für App-Entwickler:innen herausgegeben. Diese beinhalten nicht nur konforme Designvorlagen, die Entwickler:innen nutzen können und sollen, sondern bieten zum Teil auch Vorgaben bezüglich Listenlängen, zulässigen Menütiefen und anderer Dialoggestaltungs-Fragen. Während explizite quantitative Kriterien auch zu Details wie Fontgrößen und Iconvorschriften angegeben werden, fehlen jedoch oftmals wissenschaftlich basierte Begründungen, die das Zustandekommen der jeweiligen Kriterien und Grenzwerte erklären.

---

<sup>2</sup> Prinzip 3.2 der AAM-Guidelines: „Speech-based communication systems should include provision for hands-free speaking and listening. Starting, ending, or interrupting a dialog, however, may be done manually. A hands-free provision should not require preparation by the driver that violates any other principle while the vehicle is in motion.“

<sup>3</sup> <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/technologies/carplay/introduction> (Letzter Aufruf: 22.02.2023)

<sup>4</sup> <https://developers.google.com/cars/design/design-foundations> (Letzter Aufruf: 22.02.2023)



Neben diesen beiden herstellerabhängigen Schnittstellen existiert bislang noch eine dritte, betriebssystem-unabhängige Schnittstelle in Form der Mirrorlink-Lösung, die vom Car Connectivity Consortium entwickelt wurde und wiederum auf den ESOP-, JAMA-, sowie AAM-Guidelines basiert. Auch für diese Schnittstelle, die zunehmend in Fahrzeugen verschiedenster Hersteller angeboten wird, existieren designspezifische Guidelines. Allerdings hat der Anbieter Stand März 2023 angekündigt, dass das Mirrorlink-Programm ab September 2023 vollständig eingestellt wird, und bereits seit 2021 die Zertifizierung neuer Geräte und Applikation eingestellt.<sup>5</sup>

## 2.5 Auswahl weiterer Gestaltungsmaßnahmenkataloge (Typ II)

Wie in Abschnitt 2.1 erwähnt, existieren neben den Kriterienkatalogen eine ganze Reihe von Guidelines, die konkrete Gestaltungshinweise, best practices und praktische Tipps zur HMI-Gestaltung beinhalten. Diese sind einerseits zahlreicher und zugleich weniger weit verbreitet als die Typ I-Veröffentlichungen. Im Folgenden werden kurz zwei Vertreter dieser Guideline-Klasse vorgestellt, die für das vorliegende Projekt von Relevanz sind, etwa weil es sich dabei um direkte Ergänzungen zu Kriterienkatalogen handelt oder weil die jeweilige Veröffentlichung als Grundlage für weitere Schritte im Vorhaben dienen. Die Aufstellung ist folglich anders als bei den Typ I-Guidelines nicht erschöpfend; abseits der hier genannten Guidelines existieren noch diverse andere Designguidelines, die sich zum Teil spezifisch mit einem oder wenigen Teilaspekten von Fahrzeug HMIs auseinandersetzen. So führten beispielsweise Orphanides und Nam (2017) eine Metaanalyse über empirische Studien zu Touchscreens durch, aus denen die Autor:innen konkrete Designvorschläge für dieses Medium ableiten. Auch Young und Zhang (2015) geben in ihrer Veröffentlichung nicht nur einen Überblick über (einige) zu diesem Zeitpunkt verfügbare Guidelines zu HMI im Fahrzeug, sondern leiten aus diesen auch einige punktuelle designspezifische Gestaltungshinweise ab.

Im Rahmen der NHTSA-Initiative zur Bekämpfung von Ablenkung beim Autofahren wurde neben dem bereits vorgestellten Kriterienkatalogen zu mobilen Geräten in Phase 2 des Programms im Jahr 2016 mit Campbell et al. (2016) noch ein zusätzlicher Gestaltungsmaßnahmenkatalog veröffentlicht. Dieser entspricht sowohl vom designspezifischen Fokus als auch von der Rezeption in der Literatur eindeutig der Typ II-Klasse von Guidelines, und wird von den Autor:innen als Ergänzung zu den eigentlichen Guidelines bezeichnet. In dem Leitfaden werden die bereits in den breiteren NHTSA-Guidelines abgedeckten Prinzipien mit konkreteren Hinweisen aus Human-Factors-Sicht spezifiziert, um so eine Hilfestellung für Entwicklungsteams zu bieten. Durch konkrete Designhinweise sollen möglichst NHTSA-konforme Geräte entwickelt werden. Thematisiert werden hier unter anderem die Gestaltung von Sicherheitsnachrichten, haptischen Nutzungsschnittstellen und auditiven Schnittstellen. Die Gestaltungsmaßnahmen werden empiriegestützt hergeleitet, es werden relevante Standards referenziert und typische Designprobleme und relevante Fallstricke aufgezeigt.

Die von Stevens et al. (2002) veröffentlichten Guidelines basieren auf dem damaligen Stand der ESOP (1999) und stellen effektiv eine Weiterentwicklung bzw. Spezifikation dieser dar. Das Ziel besteht darin, die zu beachtenden Gestaltungsprinzipien zusammenzufassen, zu integrieren und in möglichst einfach nutzbarer Form verfügbar zu machen. Somit ähneln diese Guidelines in ihrem Fokus den oben beschriebenen Human-Factors-Guidances der NHTSA. Auch hier wird detailliert u.a. auf Fragen der Dialoggestaltung eingegangen. Interessant ist ferner, dass die Veröffentlichung dieser Guidelines effektiv ein Begleitstück zu der von Stevens et al. (1999) entwickelten Checkliste für die ESOP-Guidelines darstellt. Diese Checkliste wurde von Stevens und Cynk (2011) anhand der aktualisierten ESOP-Prinzipien auf einen neueren Stand gebracht und weiterentwickelt. Sie beinhaltet keine detaillierten Messprozeduren, indiziert allerdings, an welchen Stellen quantitative Messprozeduren nötig sein können, um einen Designansatz zu validieren. Die Checkliste beansprucht dabei Gültigkeit sowohl für tragbare („nomadische“) als auch für fest integrierte Geräte im Fahrzeug.

---

<sup>5</sup> <https://carconnectivity.org/mirrorlink-operations-sunset-by-september-30-2023/> (letzter Aufruf: 03.03.2023)

## 2.6 Identifizierte Offenstände

Eines der Ziele bei der Erarbeitung der vorliegenden Übersicht bestand darin, eine Bestandsaufnahme für die aktuell (frei) verfügbaren und verbreiteten Guidelines zu erstellen, um ihre Eignung für die neueren Herausforderungen der Techniknutzung im Fahrzeug einschätzen zu können.

Wie in Abschnitt 2.1 erwähnt, sind die Typ I-Guidelines diejenigen, die zumindest in der Literatur die mit Abstand größte Verbreitung aufweisen. Diese sind durchgängig älteren Datums. Nimmt man die 2016 veröffentlichten NHTSA-Phase 2-Guidelines zu den portablen Geräten aus, die ohnehin eher den Charakter einer Erweiterung der Phase 1-Veröffentlichung von 2013 aufweisen, ist die neueste Erscheinung in diesem Bereich rund eine Dekade alt. Die anderen Guidelines der ESOP-Linie bzw. JAMA hingegen wurden bereits vor mehr als anderthalb Jahrzehnten veröffentlicht. Dies ist gemessen an dem rasanten technischen Fortschritt und dem stetigen Wandel der technischen und aufgabenbezogenen Realitäten im Fahrzeugcockpit als kritisch zu betrachten. Es kann argumentiert werden, dass ein Teil der Alterungsproblematik bei den verbreiteten Guidelines dadurch abgemildert wird, dass sie allesamt performanzbezogene Kriterienkataloge darstellen. Anders als designspezifische Leitfäden könnten diese eine höhere Halbwertszeit aufweisen, da unabhängig von der konkreten Technologie z.B. bestimmte Blickabwendungszeiten von der Straße vermieden werden sollten. Im Detail zeigt sich jedoch, dass diese Argumentation der „Zeitlosigkeit“ im Angesicht der modernen Entwicklungen im Automotive-Bereich klare Grenzen hat.

### 2.6.1 Mangel an spezialisierten Typ-1-Guidelines (Kriterienkataloge)

Die in Kapitel 2.2 beschriebenen Typ I-Guidelines können großteilig als zu alt gelten. Noch problematischer ist allerdings, dass sie insgesamt aufgrund ihrer Entstehungshistorie sehr homogen sind und eine ähnliche Bandbreite von Geräten im Fokus haben, die nach heutigem Stand nicht mehr ausreichend erscheint. Dass ein Bedarf an spezialisierten, aber dennoch von entsprechend hoher Stelle initiierten und rezipierten Guidelines besteht und auch wahrgenommen wird, beweist die ursprünglich angedachte Drei-Phasen-Struktur des NHTSA-Programms. Leider existieren zum aktuellen Zeitpunkt bis auf die Phase 2-Guidelines der NHTSA keine vergleichbar verbreiteten und auch diskutierten Guidelines des Typs I zu anderen Systemtypen als display-basierten Systemen allgemein. Insbesondere Guidelines zu zentralisierten Multifunktions-Touchscreen-HMIs und zu sprachbasierten Systemen wären den aktuellen Entwicklungen geschuldet dringend angezeigt.

### 2.6.2 Touchscreens als zentrale Multifunktions-HMI

Prinzipiell werden Touchscreens, die anders als Anfang der 2000er heutzutage den Standard auch in Mittelklassefahrzeugen darstellen, technisch gesehen ebenfalls durch die älteren Guidelines abgedeckt. Es handelt sich dabei um elektronische Geräte, die während der Fahrt bedient werden und durch die Interaktionsform zu visuell-motorischer Ablenkung führen, deren Ausmaß anhand der in den Guidelines spezifizierten Akzeptanzkriterien getestet werden könnte. Allerdings werden durch diesen breiten Bezug auf alle möglichen technischen Geräte die Spezifika des Mediums Touchscreen nicht gesondert thematisiert (z.B. Reaktionszeiten, Feedbackgestaltung). Hier kommt erschwerend hinzu, dass die Typ I-Guidelines eher summative Kriterienkataloge darstellen und zudem durchgängig freiwilliger Natur sind. Praktisch gesehen dürfte bei modernen Touchscreen-Nutzeroberflächen längst nicht jede Herstellerlösung die Akzeptanzkriterien z.B. der NHTSA-Guidelines erfüllen, wie beispielsweise Ramnath, Kinnear et al. (2020) in ihrer Untersuchung feststellten. Dies ist unter anderem deshalb nicht verwunderlich, da immer mehr Funktionen in das Touchscreen-System als zentrales HMI integriert werden. Orphanides und Nam (2017) halten in ihrem systematischen Review zu Touchscreens u.a. im Fahrkontext fest, dass Touchscreens die Sicherheit kompromittieren können, dieser Effekt jedoch durch bewusstes Interaktions- und Interfacedesign zumindest abgeschwächt werden könnte. Die verbreiteten Typ 1-Guidelines der ESOP-Linie adressieren derlei Feinheiten allerdings nicht.

### 2.6.3 Funktionen der Fahrzeugbedienung / Mangelnder Aufgabenbezug

Alle Typ I-Guidelines sind gerätezentriert aufgebaut. Es gibt abseits der Geltungsraumbestimmung kaum bis keinen Bezug auf die Spezifika der Aufgabe und der sich dadurch ergebenden Anforderungsunterschiede. Bereits Harvey, Stanton et al. (2011) halten fest, dass Usability keine reine Produktcharakteristik ist, sondern das Ergebnis aus Aufgabe, Nutzer, System und der Interaktionen zwischen diesen. Ein weiteres Problem ist, dass sämtliche Guidelines entweder nicht explizit auf fahraufgabennahe Funktionen Bezug nehmen oder diese sogar a priori ausschließen. Die Guidelines sind erkennbar mit dem Fokus auf klassische Nebenaufgaben abseits der direkten Fahrzeugkontrolle erstellt worden (tertiäre Aufgaben).

In den NHTSA-Dokumenten werden z.B. explizit Funktionen und Geräte aufgeführt, auf die die jeweiligen Gestaltungsprinzipien zutreffen sollen. Eine Integration von sehr fahraufgabennahen Funktionen wie etwa der Scheibenwischereinstellung oder ebenfalls denkbarer Funktion wie dem Setzen des Blinkers in ein zentralisiertes HMI waren zum Zeitpunkt des Verfassens der Guidelines vermutlich weder Gegenstand der Diskussion noch technisch in der Form absehbar. Abseits der angezeigten Skepsis, inwiefern die Integration solcher fahraufgabennahen und oftmals sicherheitskritischen Funktionen der Fahrzeugbedienung in ein zentralisiertes HMI als sinnvoll bzw. akzeptabel erscheinen kann, zeigt das bereits in Kapitel 1 beschriebene Beispiel der Scheibenwischersteuerung per Touchdisplay, dass sich die heutige Realität in der Automobilpraxis durchaus in eine solche Richtung bewegen könnte, ohne dass die verfügbaren Guidelines dies widerspiegeln. Das Problem bei der Integration von sehr fahraufgabennahen Funktionen in ein zentrales Multifunktions-HMI besteht allerdings darin, dass sich diese Aufgaben von klassischen Nebenaufgaben in mindestens einem zentralen Punkt unterscheiden.

Für klassische Nebenaufgaben wie etwa der Auswahl eines Radiosenders oder das Tätigen eines Anrufs über die Freisprechanlage gilt, dass sie im Normalfall von den Fahrer:innen initiiert werden, und zwar zu einem Zeitpunkt, an dem sie sich befähigt fühlen, dieser Tätigkeit nachzugehen, ohne ihre eigene Sicherheit zu gefährden. Befinden sie sich gerade in einer kritischen oder fordernden Fahrsituation, können sie die Nebenaufgabe so lange aufschieben, bis sich die Situation entspannt hat oder ein aufmerksamkeitsbedürftiges Manöver erfolgreich absolviert ist. Victor et al. (2014) formulieren hierzu: "An off road glance is only perfectly safe when the safety margins adopted are sufficient to protect the driver if the situation changes rapidly during the glance" (S.105).

Diverse fahraufgabennahe Funktionen der Fahrzeugbedienung erlauben naturgemäß keine Selbstbestimmung des Initiierungszeitpunktes, da sie zeitnah und zumeist als Reaktion auf einen äußeren Einfluss mit Relevanz für die Fahraufgabe erfolgen müssen. Ein Beispiel wäre das Nachjustieren der Scheibenwischerautomatik, falls diese keine geeignete Wischgeschwindigkeit wählt. Durch eine Migration derartiger Funktionen von blind benutzbaren, leicht erreichbaren haptischen Eingabeelementen hin zu einem zentralisierten HMI würde es in Situationen, in denen die äußeren Umstände eine unverzügliche Reaktion erfordern, zusätzlich zu einer Blickabwendung kommen. Auch Funktionen wie die Blinkerbetätigung wären denkbare Kandidaten für eine Integration in das zentrale HMI-Element, müssen aber ebenfalls zeitnah zum Nutzungsanlass ausgeführt werden und sind zudem unzählige Male während einer Fahrt nötig. Bedenkt man die inhärenten Probleme heute verbreiteter Touchscreen-Interaktionen (z.B. Blickabwendung nötig, Feedbackproblematik bei Eingabe und Reaktionsprüfung), würde eine denkbare Integration der Blinker in ein zentralisiertes HMI zu einer enormen Erhöhung der Frequenz ablenkender Interaktionen führen. Für derartige Aufgaben dürften zudem die etablierten Kriterien für die akzeptable Blickabwendungszeit (z.B. zwei Sekunden pro Blick, 12 Sekunden maximale kumulierte Blickabwendungsdauer bei der NHTSA) zu großzügig sein. Nicht immer stehen für eine solche sicherheitskritische Reaktion 12 Sekunden oder auch nur die von der JAMA vorgeschlagenen acht Sekunden zur Verfügung.

Es ergeben sich im Zusammenhang mit der Integration von Funktionen in ein zentralisiertes HMI zwei Fragen, die von den verfügbaren Guidelines nicht beantwortet werden. Erstens stellt sich die Frage, welche Funktionen der Fahrzeugführung überhaupt für eine Integration infragekommen, bzw. welche Eigenschaften eine Funktion aufweisen muss, um als „integrationsfähig“ gelten zu können. Zweitens bleibt auch unbeantwortet, welche Parameter für eine ablenkungsoptimierte Integration zu beachten sind (z.B. Auf welcher Untermenüebene darf die Funktion maximal angesiedelt sein? Wie viele Interaktionsschritte sind nötig? etc.).

## 2.6.4 Relevanz der Guidelines und Herstellerguidelines

Akamatsu (2008) deutet in seiner Beschreibung der JAMA-Guidelines bereits an, dass die (japanischen) Automobilhersteller vermutlich interne Guidelines für die Gestaltung ihrer HMI haben dürften, die allerdings nicht öffentlich zugänglich sind. Es ist unklar, in welchem Ausmaß die öffentlich zugänglichen Guidelines in der aktuellen Form Einfluss auf den Gestaltungsprozess in der Industrie nehmen. Unter anderem Ranney (2008) bespricht eine Reihe von Veröffentlichungen, die die Effektivität der zum damaligen Zeitpunkt aktuellen Guidelines untersuchten. Diese galten zwar als prinzipiell valide, aber auch als schwierig anzuwenden und deren Ergebnisse als schwer zu interpretieren, weshalb sie auch nicht konsistent angewendet wurden. Auch wenn diese Untersuchung bereits älteren Datums ist, ist nicht selbstverständlich, dass sich die Situation seitdem nennenswert verändert hat.

In noch größerem Ausmaß gilt diese Frage für die Guidelines, die in vorliegender Arbeit als Typ II-Guidelines klassifiziert wurden, ergo die Gestaltungsmaßnahmenkataloge. Unter diesen finden sich diverse aktuellere und auch designspezifische Gestaltungsleitfäden zu spezifischen Systemarten. Nimmt man deren im Vergleich zu Typ I-Guidelines gering(er)e Verbreitung in der Literatur als Grundlage, ist jedoch fraglich, inwieweit die jeweilige Maßnahmensammlung in der Breite bei praktischen Entwicklungsprozessen eine Rolle spielen.

## 2.6.5 Grenzwerte, Ausschlusskriterien und Unfallrelevanz

Das meistdiskutierte Problem der Guidelines vom Typ I besteht in der Frage nach der Legitimation für bestimmte Testmethoden und Grenzwerte. Innerhalb der Guidelines mit Ausnahme des ESOP, und auch abseits davon, werden beständig Möglichkeiten zur belastbaren Testung von Ablenkungspotenzialen diskutiert. Als Beispiele seien hier Blickabwendungsmessungen und Visual Occlusion Tests (NHTSA, 2019), EEG-basierte Ansätze oder die von Trommler et al. (2021) vorgeschlagene Box Task genannt. Gerade die Testmethoden der NHTSA-Veröffentlichungen stehen allerdings schon seit längerem in der Kritik (Heinrich, 2015). Noch kontroverser als die Testmethoden per se werden allerdings die konkreten Grenzwerte bzw. Akzeptanzkriterien diskutiert. Dies betrifft die Frage, welche mittlere Performanz eines Systems oder welche quantitativen Systemeigenschaften noch als akzeptabel gelten können, und welche Ausprägungen auf ein problematisches Ablenkungspotential hinweisen. Die Schwierigkeit der Bestimmung quantifizierbarer Ablenkungspotentiale wird schon allein an den unterschiedlichen Akzeptanzkriterien für die maximale kumulierte Blickabwendungsdauer deutlich (acht Sekunden JAMA, 12 Sekunden NHTSA, 15 Sekunden AAM, 20 Sekunden SAE J2364). Alle Guidelines beanspruchen dabei für sich, ihre Grenzwerte anhand eines empirisch fundierten Rationals festgelegt zu haben. Das Problem besteht darin, dass die Relation dieser Parameterausprägungen zu späteren praktisch wirksamen Sicherheitsbeeinträchtigungen oftmals unklar ist. Dies führt dazu, dass Richtwerte und Ausschluss-Grenzwerte schwer festzulegen und auch zu verargumentieren sind. Diese Herausforderung besteht nicht exklusiv im Kontext von HMI-Guidelines, sondern stellt eine fundamentale Problematik der Verkehrssicherheitsforschung dar. Bereits Weller und Schlag (2002) diskutieren die Schwierigkeiten, Verkehrssicherheit präzise zu definieren und zu erheben. Eines der Teilprobleme besteht in dem Umstand, dass Unfälle statistisch gesehen selten sind, während Beinahe-Unfälle oder kritische Situationen im Normalfall nicht dokumentiert werden, und die retrospektive Erhebung z.B. durch Selbstauskunft von Autofahrer:innen nicht gleichwertig belastbar ist. Außerdem kommen bei der Protokollierung, ob ein Unfall (auch) auf Ablenkung zurückgeht, laut Kinnear und Stevens (2015) national und international verschiedene Kriterien und Definitionen von Ablenkung bzw. Unaufmerksamkeit zur Anwendung. Dies führt zu teils radikal unterschiedlichen Zahlen, die eine Ermittlung konkreter Risikomaße zusätzlich erschwert.

Lange Zeit wurden Ablenkungspotenziale vor allem im Labor gemessen, entweder anhand abstrakterer Workload- und Aufmerksamkeitstests oder im Fahr Simulator. Im Kontext der NHTSA-Akzeptanzkriterien ist ein häufig zu lesendes Argument, dass Studien zum naturalistischen Fahrverhalten (NDS) nahegelegt haben, dass bestimmte Risikomaße (z.B. für das Telefonieren) aus Simulatorstudien die realen Risikowahrscheinlichkeiten überschätzt haben könnten (Heinrich, 2015, Bischoff, 2007). Dieser Umstand wird auch gegen die in den Guidelines verankerten Akzeptanzkriterien vorgebracht, die gleichsam zumeist eher unter kontrollierten Experimentalbedingungen erhoben wurden. Ein denkbarer Erklärungsansatz für einen Teil dieser Diskrepanzen zwischen NDS- und Labordaten besteht in Kompensationseffekten. Die meisten Fahrer:innen wissen um die Ablenkungsgefahr von Nebentätigkeiten und

verschieben diese Handlungen auf subjektiv als sicher wahrgenommene Momente. Gefährlich ist dementsprechend nicht die Tätigkeit an sich, sondern deren Durchführung zum falschen Zeitpunkt. Regan (2007) spricht bei einer solchen fehlenden Passung zwischen der Sicherheitseinschätzung und dem realen Sicherheitsniveau der Situation von einer „Fehlkalibrierung“. Eine solche Fehleinschätzung ist allerdings nur schwer prognostizierbar, auch wenn Hinweise darauf existieren, dass der Schutz vor sicherheitskritischer Ablenkung oft seine Grenzen hat. Beispielweise zeigte sich bei der Studie von Ramnath, Kinnear et al. (2020), dass die Teilnehmer:innen dazu neigten, die Dauer ihrer Blickabwendungszeiten stark zu unterschätzen.

Da die realen Auswirkungen der Techniknutzung nur im Feld realistisch wirksam werden können, gelten Verhaltensdaten aus naturalistischen Fahrstudien als maßgeblich, was unter anderem bereits in den NHTSA-Guidelines festgestellt wird. Auch wenn in den vergangenen Jahren einige naturalistische Fahrstudien durchgeführt wurden (für eine Übersicht siehe z.B. Ehsani et al., 2021) sind NDS prinzipiell aufwändig vorzubereiten, durchzuführen und auszuwerten, und folglich sehr kostenintensiv. Zur Bestimmung unzweideutiger Akzeptanzkriterien für einzelne Gestaltungsparameter wären spezielle Untersuchungsdesigns zur Schwellwertbestimmung vonnöten, und es ist nicht abzusehen, dass derartige NDS-Daten in naher Zukunft für eine ausreichende Bandbreite an Designparametern zur Verfügung stehen werden.

### 3 Interviews mit Expert:innen zur Praxis der HMI-Gestaltung

Um die Recherche zu den Guidelines auf Vollständigkeit zu überprüfen und zugleich relevante Informationen aus der Praxis für die weitere Aufarbeitung der Projekterkenntnisse zu gewinnen, wurden halbstrukturierte, qualitative Interviews mit HMI-Expert:innen durchgeführt. Insgesamt wurden neun Personen aus der Praxis und praxisnahen Forschung (z.B. Entwicklung / Evaluation HMI, Verkehrssicherheitsforschung) befragt, die mit der Auslegung und Testung von fahrzeuginternen HMIs vertraut sind. Die Gespräche wurden aufgrund der notwendigen Vertraulichkeit nicht in Bild und Ton aufgezeichnet; stattdessen wurden die Interviews jeweils von zwei Interviewer:innen durchgeführt, wobei eine Person die Gesprächsführung übernahm und die zweite Person ein Gedächtnisprotokoll anfertigte.

Jedes der ca. 45-minütigen Gespräche begann mit einer Vorstellungsrunde sowie einigen Informationen bezüglich des Projektziels. Insbesondere wurde darauf hingewiesen, dass der Fokus des Projektes nicht auf dem automatisierten Fahren liegt (maximales Automationslevel SAE Level 2), und zudem nicht nur klassische Infotainment-Funktionen, sondern auch und insbesondere Funktionen im Zusammenhang mit der Fahraufgabe im Zentrum stehen. Anschließend wurden entlang des Interviewleitfadens insgesamt 18 inhaltliche Fragen besprochen, mit denen verschiedenste relevante Themenbereiche abgedeckt wurden (s. Tabelle 2). Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus den Interviews nach Themenbereichen sortiert dargestellt.

**Tabelle 4: Leitfadenstruktur erstes Interview**

Themengebiet	Frageninhalte
Praxis der HMI-Auslegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Praktisch relevante Kriterien bei der HMI-Gestaltung</li> <li>→ Rolle von Smartphone-Tethering-Schnittstellen bei der HMI-Gestaltung</li> <li>→ Allgemeines Vorgehen bei der Auslegung von HMIs</li> <li>→ Klassische bzw. häufig auftretende Herausforderung bei Auslegung bzw. Umsetzung von fahrzeuginternen HMIs</li> </ul>
Richtlinien und Guidelines	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Welche öffentlichen Guidelines und Richtlinien werden genutzt?</li> <li>→ Offenstände oder Lücken bei den öffentlich verfügbaren Guidelines (Typ I und Typ II)</li> <li>→ Umgang mit Lücken bei den öffentlich verfügbaren Guidelines</li> </ul>
Unterstützungsbedarfe	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Welche Form sollten die Ergebnisse des vorliegenden Projektes annehmen, um als Unterstützung für die Praxis nützlich zu sein?</li> <li>→ Welche Inhalte sollten auf jeden Fall abgedeckt werden?</li> </ul>

Trendprognose	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Welche HMI-Konzepte werden marktweit mittel- und langfristig häufiger genutzt werden?</li> <li>→ Wird sich der Trend zur Integration von Funktionen in Multifunktionsdisplays fortsetzen?</li> </ul>
---------------	---

### 3.1 Kriterien bei der Gestaltung von Funktionen / HMI

Einer der zentralen Themenkomplexe des Interviews bestand in der Frage, welche Kriterien in der Praxis für die Entwicklung und Optimierung von HMIs im Fahrzeug zur Anwendung kommen, und welchen Stellenwert die einzelnen Faktoren im Allgemeinen und das Ablenkungspotenzial im Besonderen im Vergleich zu den anderen Variablen einnehmen.

Alle befragten Expert:innen nannten die Sicherheit als einen wichtigen oder sogar den zentralen Faktor, den es bei der Auslegung von HMI im Fahrzeug zu beachten gilt, und hierbei insbesondere die Frage nach der Ablenkung, die durch eine spezifische Designlösung entsteht. Eine attraktive Benutzeroberfläche und Funktionsvielfalt werde von der Kundschaft gewünscht und gefordert (vgl. z.B. Debkaliuk, 2021), allerdings ist ein offenkundig als unsicher erkennbares (oder z.B. in der Presse als sicherheitsgefährdend besprochenes) System potenziell viel schädlicher als ein ggf. weniger aufregendes, dafür aber sicheres System. Auch Hersteller haben folglich ein großes Interesse daran, eine grundlegende Gebrauchssicherheit zu garantieren. Sicherheit ist allerdings kein binärer, sondern ein gradueller Faktor, und es gibt eine Reihe weiterer Kriterien, die bei der Auslegung des HMI aus Sicht der Industrie zu beachten sind. Mehrfach angemerkt wurde, dass nach der Sicherstellung einer grundlegenden Gebrauchssicherheit in den Details oftmals eine ganze Reihe von Abteilungen beteiligt sind, darunter auch Design, Marktforschung, etc. (vgl. auch Mühlbauer, 2019). Außerdem wurde immer wieder darauf hingewiesen, dass bestimmte Designentscheidungen auch von den Wünschen und Erwartungen der Kundschaft bestimmt werden, da es zum Teil einen enormen Marktdruck gibt, bestimmte Trends zu bedienen (z.B. die Omnipräsenz von Touchscreens als zentrales Interaktionselement).

Konkret genannt wurden über alle Interviews hinweg folgende (Unter-)Kriterien für die HMI-Auslegung:

- Sicherheit (Ablenkungspotenzial)
- Usability
- die User Experience (im Sinne hedonischer Aspekte wie Ästhetik und Attraktivität, Akzeptanz, Berücksichtigung von Kundenwünschen hinsichtlich Funktionsvielfalt)
- Branding / Markenerkennungswert / Vorgaben der OEMs (für Zulieferer)
- (technische) Machbarkeit
- Konformität mit den jeweiligen nationalen Gesetzen und Richtlinien
- Berücksichtigung von Guidelines und best practices
- Marktanforderungen / Marktdruck
- Schützbarkeit / Patentierbarkeit von entwickelten Lösungen

Es wurde ferner angemerkt, dass die Relevanz der Kriterien von System zu System nicht immer gleich ausfallen muss und auch vom Naturell der jeweiligen Funktionen abhängt (z.B. Reifendruckkontrollsystem-Anzeige im Vergleich zur Oberfläche einer Musikbibliothek).

### 3.2 Vorgehen und Herausforderungen bei der HMI-Gestaltung

Ein prototypisches Vorgehen bei der HMI-Gestaltung lässt sich kaum ermitteln, da der Gestaltungsprozess selbst innerhalb eines bestimmten Hauses oftmals sehr variabel ist, viele Einzelschritte umfasst und wie bereits erwähnt oft viele verschiedene Abteilungen mit verschiedenen Themenschwerpunkten involviert sind. Ein zumindest häufiger

genannter Startpunkt stellt dabei die Marktforschung dar, um einerseits existierende und zu bedienende Trends zu erkennen und andererseits Chancen zu identifizieren, selbst als Trendsetter aktiv zu werden. Außerdem existieren in den meisten Fällen bereits Vorgängersysteme und damit quasi eine gewisse „Historie“ u.a. bezüglich Bedienkonzepten und Interaktionsphilosophien, die von Generation zu Generation weitervererbt werden. Es werden interdisziplinär Wunsch- bzw. Idealkonzepte erarbeitet, die anschließend in mehreren Iterationen umgesetzt, getestet und überarbeitet werden. Die verfügbare bzw. realistisch (für Serienfertigungstauglichkeit) entwickelbare Technik steckt hierbei ebenso einen frühen Rahmen wie Kundenwünsche, Marktforschungsergebnisse sowie gesetzliche Rahmenbedingungen.

Generell wird bei der Entwicklung von HMIs zumeist ein klassischer User-Centered-Design (UCD)-Ansatz verfolgt: Ausgehend von Anforderungs- und Aufgabenanalyse mit Blick auf Erwartungen und Spezifika der Nutzer:innen werden die Systeme in mehreren Entwicklungsschleifen ausgelegt und implementiert. Hierbei werden neben etablierten Guidelines und Erkenntnissen aus der Literatur auch Nutzerstudien herangezogen, die je nach System und Entwicklungsstand auf Konzeptebene, im Simulator oder auch in Realfahrten durchgeführt werden. Diese fokussieren neben der Erfassung etwa von Akzeptanz und der User Experience (UX) der Systeme auch die Auswirkungen auf die Ablenkung der Nutzer:innen durch das System.

Auf die Frage nach häufig anzutreffenden Herausforderungen bei der Auslegung von HMI für das Fahrzeug zeichneten sich neben der bereits angesprochenen Notwendigkeit, Nutzerwünsche, Sicherheit und ökonomische Aspekte mit einander zu vereinbaren, drei zentrale Probleme: Zunächst wurde vereinzelt darauf hingewiesen, dass Ablenkung nicht unbedingt nur ein Kurzeffekt sein muss, sondern sich auch mittel- und langfristig über die Fahrt hinweg auf die Aufmerksamkeit der Fahrer:innen auswirken kann. Zudem ist die reale Ablenkung durch ein System bzw. die Nutzung einer Funktion auch immer bis zu einem gewissen Grad durch situative Rahmenbedingungen sowie den Zustand der Nutzer:innen bedingt. Dies macht es schwierig, selbst in Nutzerstudien das reale Ablenkungspotenzial unzweideutig festzustellen. Die zweite Herausforderung ergibt sich durch den rasanten technischen Fortschritt, durch den neue Funktionen oder Anforderungen an das HMI entstehen, ohne dass sich Guidelines und Regeln entsprechend zeitnah ändern.

Die größte Herausforderung besteht laut der Expert:innen allerdings darin, dass eine zunehmend größere Zahl von Funktionen im Fahrzeug Einzug gehalten hat, und auch - insbesondere von der jüngeren Kundschaft - gewünscht und erwartet wird (vgl. z.B. Debkaliuk, 2021). Selbst Expert:innen, die z.B. dem Konzept eines hochintegrierten Touchscreens als zentralem HMI eher kritisch gegenüberstanden, konstatierten, dass die heutige Vielzahl an Funktionen nicht mehr ausschließlich mit haptischen Bedienelementen wie Schaltern oder Knöpfen (sinnvoll) abgedeckt werden kann. Auch im Bereich der haptischen Elemente, aber insbesondere beim Touchscreen-Display gibt es zwischen den Funktionen und Untersystemen einen Wettstreit um verfügbaren Platz und geeignete Flächen im Fahrzeug. Bei zunehmend begrenztem Platz (sei es auf dem zentralen Touch-Display oder bei der Zahl der Knöpfe am Multifunktionslenkrad) muss die Implementierung einer neuen Funktion immer sorgsam im Einzelfall abgewogen werden. Eine aus Sicherheitsperspektive perfekte „Standardlösung“ kann es nicht geben. So stellt sich beispielsweise die Frage, wie viele Funktionen mit (konzeptuell zunächst vergleichsweise ablenkungsarmen) Schaltern und Knöpfen auf das Lenkrad gelegt werden können, bevor dieses so überfrachtet ist, dass die Bedienung einer spezifischen Funktion wieder ablenkender und die Fehlbedienungs Wahrscheinlichkeit erhöht wird. Hierdurch werden die konzeptuellen Vorteile einer haptischen Einzelelement-Lösung wieder nivelliert oder sogar ins Gegenteil verkehrt. Alternativ könnten Knöpfe und Schalter mehrfach belegt werden, um deren Zahl überschaubar zu halten. Allerdings erhöht eine solche „Modusabhängigkeit“ des Effektes eines Knopfdrucks wiederum die notwendige Aufmerksamkeit und die kognitive Beanspruchung während der Nutzung. Analog wäre es für die Positionierung von Bedienelementen auf dem Touchscreen wünschenswert, möglichst große visuelle Elemente und Trefferflächen für Eingaben zu bieten, um sowohl die Lesbarkeit als auch das Treffen mit dem Finger zu erleichtern und so Blickablenkungszeiten und Fehlerwahrscheinlichkeiten zu optimieren. Da der Platz auf dem Display allerdings immer begrenzt ist, lassen sich bei großen visuellen Elementen nur wenige Funktionen zeitgleich auf dem Bildschirm abbilden. Alle weiteren Funktionen müssen entsprechend in Untermenüs o.ä. untergebracht werden, sodass der Aufruf einer Funktion nicht mehr nur aus der direkten Auswahl, sondern auch mit einer vorgelagerten Navigation hin zum richtigen Menü besteht. Eine Erhöhung der kognitiven Last sowie der notwendigen Dauer der Interaktion mit dem System ist die Folge. Für eine bestimmte Funktion im Kontext eines gegebenen Gesamtsystems die

bestmögliche Implementierungslösung zu finden, stellt eine der Hauptherausforderungen bei der HMI-Gestaltung dar, und die steigende Zahl von zu integrierenden Funktionen lässt diese Herausforderung stetig größer werden.

### **3.3 Aktuelle HMI-Bedienkonzepte und Prognosen**

Die Expert:innen wurden im Rahmen des Interviews befragt, welche grundlegenden HMI-Bedienkonzepte aus ihrer Sicht aktuell den Standard in der Industrie darstellen, und in welche Richtung sich die Branche ggf. in der mittleren Zukunft entwickeln dürfte.

#### **3.3.1 Sicht auf aktuelle HMI-Bedienkonzepte**

Auch aus Sicht der Expert:innen ist die Kombination aus zentralem Touchscreen-Display, das eine Vielzahl von Funktionen integriert, und Spracheingabeoption aktuell der Standard, und wird vermutlich auch mittelfristig das dominierende Bedienungskonzept im Fahrzeug bleiben. Der Touchscreen weist aus Sicht der Expert:innen neben den bekannten konzeptuellen Nachteilen (erhöhte Ablenkung durch notwendige Hand-Auge-Koordination, mehrfache oder lange Blickabwendung bei klassischen Touchdisplays mangels Haptik bei der Eingabe und der Erfolgsprüfung, Treffgenauigkeit u.a. von Fahrbahnbeschaffenheit abhängig etc.) auch eine Reihe von Vorteilen auf, die zur hohen Verbreitung beigetragen haben. Der Touchscreen erlaubt es wie bereits erwähnt, viele Funktionen in einem Gerät zu integrieren. Diese Integration unterschiedlichster Funktionen ist kosteneffizienter als die Umsetzung mit vielen dedizierten haptischen Eingabeelementen. Zudem ist ein solches, digitales System leichter wartbar bzw. per Update erweiterbar, da es hier großenteils nur um die Software geht, die die Funktionalität bereitstellt. Nicht zuletzt ist eine Abkehr vom Touchscreen auch deshalb nicht zu erwarten, da viele Kund:innen diesen inzwischen als Standard erwarten: Der Umgang mit Touchdisplays ist dank der heutigen Allgegenwart von Smartphones das gewohnte Interaktionskonzept, und zudem werden laut den Expert:innen große Displays in einem Cockpit mit möglichst wenig Knöpfen von vielen Kunden als ästhetisch angenehm und modern wahrgenommen.

Die wieder erstarkende Diskussion rund um Touchscreens und deren inhärente Nachteile wurde vereinzelt aufgegriffen und angemerkt, dass die konkrete Ablenkung auch beim Touchscreen primär von dessen Umsetzung i.S.d. Usability abhänge. Relevant sei hier vor allem die konkrete Gestaltung der angezeigten Inhalte, sowie eine sinnvolle Verteilung von Funktionen und Inhalten auf Sprache, Touchscreen und verschiedene haptische Eingaben. Tatsächlich lässt sich z.B. bei der in Abschnitt 1 angesprochenen Scheibenwischersteuerung bei Tesla verargumentieren, dass nicht allein nur die Verwendung eines Touchscreens an sich für den Unfall verantwortlich gewesen sein dürfte, sondern auch eine ungünstige Usability der Implementierung (etwa die Tatsache, dass die Intervallregelung bei besagtem Tesla-Modell in einem Untermenü versteckt war).

Allerdings stößt auch der Touchscreen laut den Expert:innen nicht bei allen Kund:innen auf Zustimmung, die dann z.B. mehr Wert auf eine Abdeckung aller wichtigen Basisfunktionen durch Knöpfe oder eine gut funktionierende Sprachsteuerung legen. Technisch haben sich Sprachsysteme in den letzten zwanzig Jahren stark weiterentwickelt. Allerdings berichteten verschiedene Expert:innen auch eine gewisse Stagnation bei der Kundenakzeptanz: Die Sprache wird oftmals als „Bonus“ und der Touchscreen als Standardeingabe-Medium betrachtet, und es wird vermutet, dass auf absehbare Zeit die Sprachsteuerung eine Zusatzoption beziehungsweise ein Parallelkonzept zur manuellen Bedienung bleiben wird.

#### **3.3.2 Prognosen zur Entwicklung neuer Bedienkonzepte**

Gemäß den Expert:innen wird das Thema berührungsarme Interaktion die Branche weiter begleiten, da die Nachteile der Touch-Interaktion auch in der Industrie durchaus präsent sind. Eine baldige Abkehr vom Touchdisplay als De-Facto-Standard wird aus den in Abschnitt 3.3.1. genannten Gründen allerdings nicht erwartet.

Häufiger geäußert wurde die Vermutung, dass der Trend zu haptischeren Touchdisplays (mit Feedback bzw. haptischer Verformung des Zielbereichs bei der Eingabe sowie ggf. auch bei der Eingabebestätigung) gehen dürfte.



Außerdem wurde vereinzelt das Konzept der Touch-Bedienung auf einem virtuellen Touchscreen (also in der freien Luft) genannt, zu dem es in der Tat zumindest erste Prototypenforschung gibt (z.B. Korres et al., 2020). Dieses Bedienkonzept dürfte allerdings mittelfristig ähnliche Hürden zu überwinden haben wie die Gestensteuerung, z.B. bezüglich der Akzeptanz durch eine breite Zahl an Nutzer:innen und auch hinsichtlich der Erkennungspräzision (s. Horn und Gehlert, 2018).

Ein weiterer Designtrend mit möglichem Verbreitungspotenzial wurde in Form von optisch verborgenen Eingabeelementen ins Gespräch gebracht, die auch unter dem Begriff „Shytech“ in den Medien diskutiert werden<sup>6</sup>. Dabei handelt es sich um unter Oberflächen verborgene, aber erfühlbare Schalter und haptische Bedienelemente, die ggf. nur durch eine situational einspringende Beleuchtung zusätzlich erkennbar sind. Einer der Gründe für die Verbreitung von Touchscreens besteht wie erwähnt in ästhetischen Vorstellungen, wie ein modernes Cockpit auszusehen hat (wenig Knöpfe und Schalter). Dieses Designkriterium ließe sich ggf. mit derartigen Shytech-Lösungen erfüllen, ohne auf die Vorzüge erfühlbarer Eingabeelemente zu verzichten. Allerdings müsste die tatsächliche blicklose Bedienbarkeit kritisch geprüft werden, um nicht letztlich die Nachteile von haptischen Elementen (Kosten) zu erhalten, ohne deren Vorteile zu nutzen.

Bezüglich der Entwicklung im Bereich Anzeigekonzepte wurde als möglicher Zukunftstrend mehrfach das Thema Head-Up-Displays (HUD) aufgebracht, zusammen mit denkbaren Konzepten wie (dezenten) Augmented-Reality-Anzeigen auf der Windschutzscheibe. Allerdings existieren HUD-Lösungen schon vergleichsweise lang und stellen bisher auch aus Sicht der Expert:innen ganz klar Nischenlösungen mit sehr geringer Marktdurchdringung dar. Zudem ist auch der Sicherheitsaspekt von HUD-Anzeigen nicht unumstritten (etwa aufgrund von Verdeckungsgefahr und Parallax-Effekten, s. hierzu auch Horn und Gehlert, 2019).

Insgesamt wird eher nicht erwartet, dass der Trend zur zentralisierten Integration eines großen Teils der HMI-Funktionen gänzlich abebbt, zumal immer wieder neue Anforderungen an moderne HMI und deren Funktionalitäten hinzukommen. Ein Beispiel hierfür ist das Routenmanagement für Fahrer elektrischer Fahrzeuge, die für längere Strecken sehr genau die Route anhand verfügbarer Ladestationen planen und ggf. während der Fahrt optimieren müssen (wann sind wie lange Ladepausen nötig, wie lässt sich die Strecke entsprechend optimieren etc.). Andererseits wurde angemerkt, dass auch im Multifunktions-Touchdisplay nicht unbegrenzt Funktionen integriert werden können, da sonst die Menüebenen zu tief, die Interaktionselemente zu klein bzw. die Displays zu groß werden müssten. Ein interessanter Ansatz, wachsende Funktionszahl mit schneller und möglichst wenig ablenkender Bedienbarkeit zu vereinen, wurde in Form einer kontextspezifischen, „smarten“ Darstellung von Inhalten auf dem Display genannt (z.B. Angebot für die Entriegelungsfunktion einer Tankklappe inklusive Anzeige, auf welcher Seite sich die Tankklappe befindet, wenn das Fahrzeug den Halt an einer Tankstelle registriert).

### 3.3.3 Smartphone-Tethering

Eingedenk des existierenden Marktdrucks ist es heutzutage nicht ohne weiteres möglich, keine Schnittstelle für die Einbindung des Smartphones anzubieten. Gerade jüngere Kunden sind mit dem Smartphone groß geworden und möchten auch im Fahrzeug die User Experience und alle Funktionen haben, die sie gewohnt sind, ohne Apps (bzw. deren Funktionalität) noch einmal in ggf. rudimentärerer Form auf dem Fahrzeug gedoppelt zu haben (z.B. Nutzung der eigenen Musikbibliothek auf dem Handy, Kontaktdatenbank etc.). Wird diese Option nicht angeboten, stünde neben dem entstehenden Marktnachteil für den jeweiligen Anbieter auch die Gefahr, dass die Menschen dann bei der Fahrt doch wieder direkt zum Handy greifen, mit allen sicherheitstechnischen Konsequenzen.

Die befragten Expert:innen stimmten daher darüber ein, dass die Smartphone-Schnittstelle ein Parallelkonzept zur fahrzeugeigenen Nutzeroberfläche darstellt, das inzwischen kaum noch verhandelbar ist, wobei es zwischen den Kundengruppen teils große Unterschiede im Nutzungsverhalten gibt. Der Ansatz im Umgang mit den Tethering-Schnittstellen ist daher vielfach beschrieben worden als die Strategie, den Fahrer:innen eine breite Palette an Optionen zu bieten und zugleich die hauseigenen HMI-Lösungen fortwährend zu optimieren, um in so vielen

---

<sup>6</sup> z.B. <https://www.next-mobility.de/shy-tech-was-die-technologie-leistet-und-was-sie-verbirgt-a-790765/> (letzter Aufruf: 03.03.2023)

Aspekten wie möglich eine möglichst attraktive Alternative zu bieten, ohne der Nutzung von Smartphone-Tethering die Unterstützung weitgehend zu verweigern oder diese gar gänzlich zu unterbinden. Insgesamt wird von verschiedenen Expert:innen eine Verstärkung des Tetherings-Trends zumindest in den jüngeren bzw. smartphoneaffinen Kundengruppen erwartet.

### **3.4 Einsatz und Bewertung von Guidelines in der Praxis**

Ein weiterer zentraler Abschnitt des Interviews bezog sich auf die praktische Verwendung von Gestaltungsleitfäden und -richtlinien, und darauf, wie insbesondere die Typ I-Guidelines (ESOP, NHTSA etc.) aus Praxissicht bewertet werden.

Für die Auslegung und Absicherung der HMIs nutzen die Expert:innen neben den gesetzlichen Vorschriften wie etwa der StVO eine ganze Bandbreite an Literatur, Guidelines, Normen etc. Die am häufigsten genannten Guidelines des Typs I (Kriterienkataloge) stellten die NHTSA-Leitfäden für visuell-manuelle Ablenkung dar, zum Teil wurden auch die AAM-Guidelines sowie mindestens die ESOP genannt. Es konnten trotz expliziter Nachfrage keine Typ 1-Guidelines identifiziert werden, die nicht bereits im Rahmen der Guideline-Recherche (s. Abschnitt 2) gefunden wurden, was als Indiz für die Vollständigkeit der durchgeführten Recherche zu Kriterienkatalogen gewertet werden kann. Erwartungsgemäß wird in der Praxis jedoch zusätzlich zu den öffentlichen Leitfäden, Normen und Gesetzesvorschriften auch jeweils ein interner, nicht öffentlicher Wissenskanon genutzt, bestehend aus hausinterner Expertise, Dokumenten wie Prüflisten und internen Guidelines und auch Methoden und Evaluationsansätzen.

Bei der Bewertung der Typ 1-Guidelines wurde zuvorderst das Alter als Nachteil benannt. Allerdings werden diese Selbstverpflichtungs-Guidelines als insgesamt immer noch sehr nützlich betrachtet. Als Hauptgrund hierfür wurde die Leistungsbezogenheit der Leitfäden aus der ESOP-Linie benannt. Da die Guidelines weitgehend technologie- und gestaltungsoffen aufgebaut sind, gewähren sie somit aus Sicht der Expert:innen genug Freiheitsgrade für den technischen Fortschritt und die Bedienung von neuen Markterfordernissen bzw. Kundenwünschen. Als eine negative Folge des teils hohen Alters wird allerdings beschrieben, dass bestimmte Funktionen und Anforderungen an das HMI nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt werden (z.B. hochintegrierte Touchscreens mit gleichbleibender Hardware, aber sich ändernder Software mit hoher Funktionsdichte; Routenplanung bei e-Mobilität, HUD-Systeme etc.). Auch werden bestimmte Einzelaspekte der Guidelines als aus der Zeit gefallen betrachtet (z.B. die Definition dessen, was als Bild zählt; das generelle Verbot von automatisch scrollendem Text). Ferner deuteten mehrere Expert:innen an, dass gerade die Testverfahren aus den Guidelines eher als Richtlinie und Inspiration gewählt werden für die tatsächlich eingesetzten Tests, da u.a. die angewandten Referenzen (Einstellen eines Autoradios) nicht mehr zeitgemäß und heutzutage nicht mehr zielführend sind.

In solchen Fällen, bei denen die öffentlichen Guidelines oder die darin vorgeschriebenen Methoden Lücken aufweisen oder vom Geltungsbereich her nicht mehr zutreffen (z.B. bei Level 3+ Automatisierung), können die Expert:innen wie schon bei Akamatsu (2008) ausgeführt auf interne, nicht-öffentliche Leitfäden und Wissensdatenbanken zurückgreifen. Diese leiten sich teils aus den allgemeinen Guidelines und wissenschaftlichen Veröffentlichungen und teils aus den Vorerfahrungen ab. Diese internen Guidelines wurden zum Teil als restriktiver als die öffentlichen Leitfäden beschrieben, da es gerade bei Entscheidungen „im freien Raum“ (also ohne Präzedenz z.B. durch anerkannte Leitfäden) aus pragmatischen Gründen sinnvoll ist, auf der sicheren Seite zu sein. Aus demselben Grund wird das Konzept von möglichst aktuellen und realitätsnahen Selbstverpflichtungs-Leitfäden insgesamt nicht unbedingt als Gängelung, sondern als durchaus nützlich betrachtet, da man sich bei den eigenen Entscheidungen eben auch auf diese Guidelines berufen kann.

Insgesamt werden die Typ 1-Guidelines allein zwar nicht als hinreichend für die praktische Auslegung und Absicherung von HMI, sehr wohl aber als immer noch hilfreiche Werkzeuge betrachtet. Als weniger hilfreich und großteilig explizit nicht gewünscht werden von den Expert:innen hingegen weiterführende verpflichtende Regeln und Einschränkungen betrachtet, insbesondere, wenn diese nicht oft genug aktualisiert und an den aktuellen Stand der Realität angepasst werden.

---

### 3.5 Wünsche und Unterstützungsbedarfe der Praxis

Bezüglich der Frage, an welcher Stelle sich die Expert:innen Unterstützungsmöglichkeiten im Kontext Guidelines vorstellen könnten und welche diesbezüglichen Bedarfe real existieren, wurden im Wesentlichen zwei verschiedene Ansätze als interessant benannt. Verschiedene Interviewpartner:innen äußerten ein Interesse an einer „öffentlichen“ Version einer solchen Prüfliste für den Praxiseinsatz, sei es im Sinne eines Wissensaustauschs oder im Sinne der Schaffung von Vergleichbarkeit. Der zweite häufiger genannte Wunsch betraf eine Aggregation und Formalisierung bereits veröffentlichter Wissensbestände zu sicherheitsförderlichen HMI-Designmaßnahmen und Human-Factors-Wissen zur HMI-Gestaltung allgemein. Wie sich auch in der Recherchephase dieses Projekts gezeigt hatte (s. Abschnitt 2.1) sind unterhalb der Ebene der Typ I-Guidelines (Kriterienkataloge) die Wissensbestände zur ablenkungsoptimierten HMI-Gestaltung zwar zahlreich vorhanden, aber auch sehr dezentral und verteilt veröffentlicht. Mehrere Expert:innen merkten im Rahmen der Interviews an, dass es einen beträchtlichen Aufwand in ihrer täglichen Arbeit darstellen kann, für ein spezifisches Designproblem geeignete Maßnahmen und Empfehlungen zu finden, selbst wenn diese veröffentlicht existieren.

## 4 Entwicklung einer Checkliste zur ablenkungsminimierenden HMI-Gestaltung

Die im Rahmen der Recherche identifizierten Guidelines Typ I sind alle auf die Bestimmung von Akzeptanzkriterien und (mit Ausnahme des ESOP) auf Testmethoden und dazugehörige Grenzwerte ausgelegt. Im Zusammenspiel mit der Freiwilligkeit der Guidelines und den Bedenken bezüglich ggf. zu strikter Kriterien oder mangelnder Praxisrelevanz derselben (s. Abschnitt 2.6.5) stellt sich folglich die Frage, wie Akzeptanz und praktische Nützlichkeit dieser Guidelines erhöht werden können, damit diese einen deutlichen Beitrag zur Verkehrssicherheit leisten können. Ein möglicher Ansatz, die Nützlichkeit der Kriterienkataloge zu erhöhen, neben designspezifischen Leitfäden (Typ II) auch konkrete Checklisten für die Typ I-Guidelines zur Verfügung zu stellen, um deren Anwendung und Umsetzung so einfach, effizient und wirksam wie möglich zu machen. Die Sinnhaftigkeit einer derartigen veröffentlichten Checkliste wurde auch mehrfach in den Interviews attestiert.

Im Rahmen des Projektes wurde ein Checklisten-Instrument entwickelt und in mehreren Schritten überarbeitet. Im Folgenden werden zunächst die erarbeiteten Anforderungen an das Instrument ausgeführt. Anschließend werden die Entwicklung sowie Aufbau und Ablauf der Checkliste beschrieben, bevor die ersten Erprobungsschritte sowie die Rückmeldungen befragter Expert:innen zur Checkliste aus einer zweiten Interviewserie in aggregierter Form dargestellt. Die resultierende Checkliste ist in vollständiger Form in der Anlage A einzusehen.

### 4.1 Anforderungen

Eine erste Anforderung an die Checkliste bestand darin, dass sie auf einer bereits etablierten und verbreiteten Kriteriensammlung zur Ablenkungsvermeidung im Fahrzeug basieren sollte, die auf die Minimierung der besonders risikobehafteten visuell-manuellen Ablenkung abzielt. Diese Basis sollte zudem so aktuell wie möglich sein. Das Checklisten-Instrument sollte zudem unter dem Hintergrund des Projektfokus vor allem mit Blick auf Funktionen der Fahrzeugbedienung und -kontrolle erstellt werden. Ein weiterer, damit zusammenhängender Anspruch an die Checkliste bestand ferner darin, dass sowohl typische moderne Funktionen wie die Nutzung von Navigationssystemen, aber auch grundlegendere Funktionalitäten der Fahrzeugbedienung, auf die der Zugriff (noch) nicht typischerweise per Touchdisplay oder Sprachsystem erfolgt, abgedeckt werden können. Schließlich sollte die Checkliste so inhaltlich vollständig wie möglich, dabei aber nur so lang wie nötig sein, um die Anwendbarkeit und Effizienz des Instruments zu gewährleisten.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Projektrecherche, die durch die Experteninterviews untermauert wurden, wurde eine Checkliste auf Basis der NHTSA-Guidelines Phase 1 (2013) entworfen und anschließend entsprechend erweitert. Die Entscheidung zugunsten dieses Kriterienkataloges als Grundlage für die Checkliste und gegen das ESOP wurde aufgrund dreier Faktoren getroffen: Zunächst sind die NHTSA-Guidelines die vergleichsweise aktuellste Veröffentlichung im Bereich der Kriterienkataloge. Zudem ist der Umstand, dass die ESOP-Kriterien allgemein weicher und ohne quantitative Grenzwertnennungen formuliert sind, aus Sicherheitsperspektive nicht unbedingt ideal. Eine Checkliste, wie die hier entwickelte, kann und sollte nicht für sich beanspruchen, die notwendigen Abwägungsprozesse bei der HMI-Auslegung im Spannungsfeld zwischen Sicherheitsperspektive und anderen Kriterien (Kundenwünsche, Ästhetik, Marktdruck etc., vgl. Abschnitt 3.1) auflösen zu können. Sie muss folglich in erster Linie an den Implikationen für die Verkehrssicherheit orientiert sein, weshalb die etwas strengeren Anforderungen der NHTSA-Guidelines als die geeignetere Wahl erscheinen. Ferner hat sich im Rahmen der Interviews auch gezeigt, dass in der Praxis nicht nur das von der EU Kommission empfohlene ESOP, sondern auch die NHTSA-Guidelines genutzt werden. Zudem existiert für die Prüfung von HMI nach ESOP bereits eine Checkliste (Stevens & Cynk, 2011), während eine auf den NHTSA-Kriterien basierende veröffentlichte Checkliste für das manuelle Fahren nicht identifiziert werden konnte.

## 4.2 Entwicklung der Checkliste

Zunächst wurde anhand des Kriterienkatalogs der NHTSA (NHTSA, 2013) und dem bei Stevens und Cynk (2011) verwendeten Antwortformat eine Grundversion der Checkliste erstellt. Hierzu wurde zu jedem Paragraphen der Guidelines ein entsprechendes Item erstellt, wobei inhaltlich zueinander gehörige Unterparagraphen der NHTSA-Veröffentlichung zum Teil zusammengefasst wurden (z.B. Item 8, das auf den Paragraphen V. L1 und L2 der NHTSA beruht). Bereits in diesem Erstentwurf fand sich die Aufteilung der Items in hardware- und funktionsbezogene Inhalte. Für diese Grundversion, die eine weitgehende 1:1-Umsetzung der Guideline darstellte, wurde anschließend in mehreren Iterationen projektintern die Erweiterung in Form des Moduls 2a entwickelt (s. Abschnitt 4.5), und die Gesamtcheckliste zu einer ersten testbaren Entwurfsfassung weiterentwickelt. Der grundlegende Aufbau und Ablauf der Checkliste ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt, und wird im Folgenden sowie in Abschnitt 4.4 in Struktur und Ablauf vorgestellt.

Die Checkliste wurde auf Englisch formuliert, da dies die Standardsprache in den zumeist international aufgestellten Hersteller- und Zuliefererabteilungen darstellen dürfte, und da die NHTSA-Kriterien so weit wie möglich ohne Übersetzungsverluste abgebildet werden sollten. Das Itemformat beruhte zu Beginn auf den konkreten Formulierungen der NHTSA-Guidelines sowie auf dem Antwortformat, das bereits bei Stevens und Cynk (2011) zum Einsatz gekommen war (zur genauen Darstellung des Formats siehe Abschnitt 4.2). Somit waren die inhaltlichen Aspekte zunächst deckungsgleich mit der NHTSA-Guideline und stellten lediglich eine komprimierte und für die praktische Anwendung optimierte Version des Kriterienkatalogs dar. Allerdings wurde diese Grundversion in folgenden Iterationen in drei relevanten Aspekten modifiziert: Um den Trend zu zentralen HMI-Elementen (meist zentrale Multifunktionsdisplays mit Touchscreen) mit einer hohen Anzahl integrierter Funktionen abzubilden, wurde die Checkliste in die Bereiche Hardware (Modul 1 „Devices“) und Software (Modul 2 „Functions“) aufgeteilt (Abb. 3). Damit wird eine Zweiteilung expliziert, die implizit durch die eigentlichen Inhalte schon in allen Guidelines der ESOP-Linie vorhanden ist, aber dort bislang noch nicht explizit existierte. Die veröffentlichten Typ I-Guidelines stammen noch aus einer Zeit, in der eine Trennung von Gerät und Funktion(en) weniger relevant war, da das einzelne Gerät meist noch über einen beschränkteren Funktionsumfang verfügte (z.B. das zentrale Display primär als Navigationssystem, das Autoradio mit CD-Spieler primär für Radio und Musik, usw.).

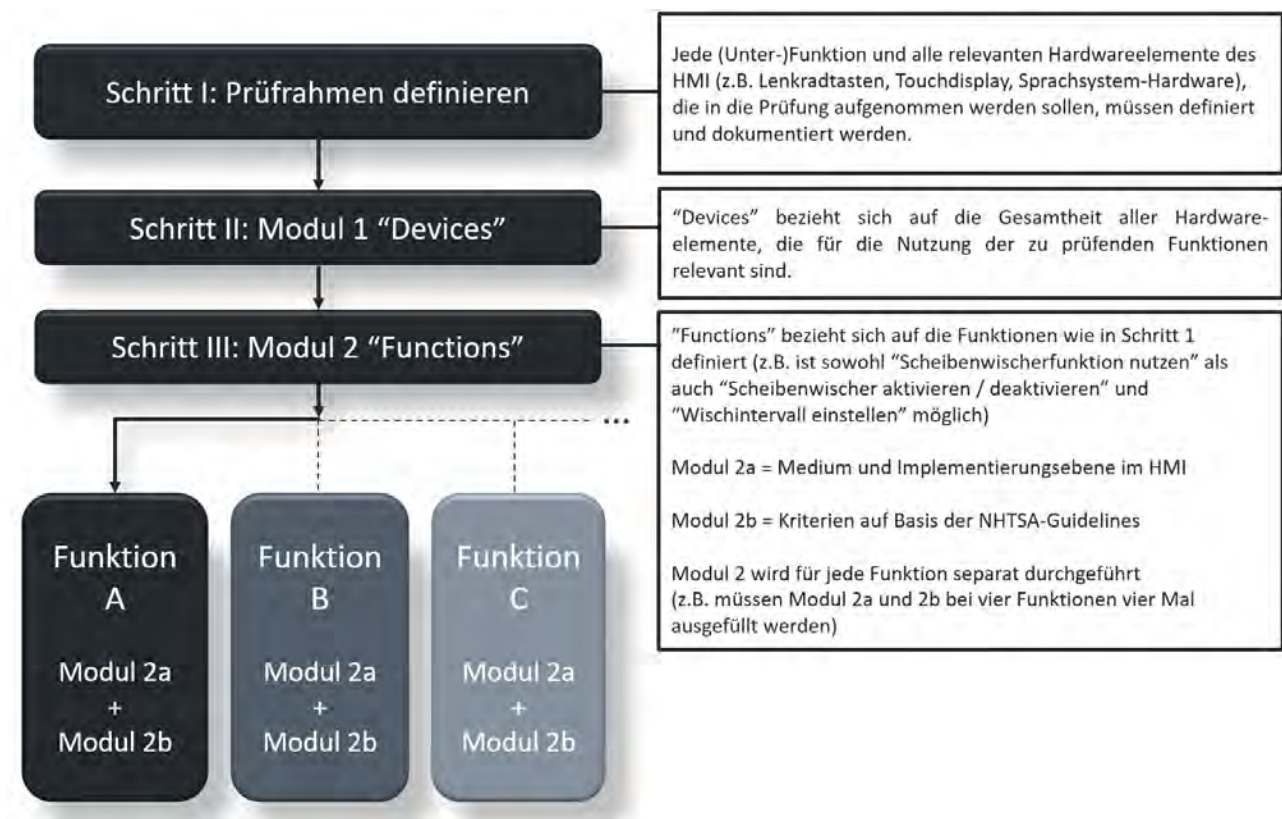


Abbildung 3: Aufbau und Ablaufschema der Checkliste

Heutzutage ist es eher der Normalfall, dass ein und dasselbe physische Gerät (Touchdisplay) eine Vielzahl von verschiedenen Funktionen anbietet. Die traditionelle gerätezentrische Sicht bei der Bewertung erscheint unter diesen Umständen nicht angemessen, da z.B. das Ablenkungspotenzial verschiedener Funktionen mehr von ihrer Umsetzung innerhalb des Systems abhängt als von den physischen Eigenschaften des Geräts (denn diese sind über alle im Gerät integrierten Funktionen gleich). Die Idee ist hier, dass in einem Testdurchlauf ggf. mehrere Funktionen desselben Gerätes getestet werden, während das physische Gerät nur einmal bewertet werden muss. Die Modularisierung erlaubt es ferner, nur einen Teil der Checkliste zur Anwendung zu bringen, wenn z.B. ein reines Softwareupdate eine Funktion verändert, die relevante Hardware jedoch bereits in einem früheren Prüfgang bewertet wurde und unverändert geblieben ist.

Die zweite Änderung gegenüber der NHTSA-Guideline betrifft den möglichen Einsatzbereich der Prüfliste. Der NHTSA-Leitfaden schließt explizit die meisten Funktionen der Fahrzeugführung und -bedienung aus. Diese Art von Funktionen müssen inzwischen aber (wie am Scheibenwischer-Beispiel aus Abschnitt 1 ersichtlich) mitgedacht werden, wenn es um die Betrachtung von Ablenkungspotenzialen durch Technik allgemein und zentralisierten HMI-Displays im Besonderen geht. Daher wurde die Checkliste im Gegensatz zur Vorlage vor allem auf Funktionen mit Bezug zur primären sowie sekundären Fahraufgaben konzipiert und auch entsprechend erweitert. Diese Erweiterung der ursprünglichen NHTSA-Inhalte als dritte Änderung gegenüber der Vorlage findet sich in Form eines gänzlich neu entwickelten Teilmoduls (Modul 2a Implementierungsebene der Funktion), das in Abschnitt 4.5 eingehender vorgestellt wird.

### 4.3 Geltungsbereich der Checkliste

Wie in Abschnitt 4.1 spezifiziert, wurde das Checklisten-Instrument gemäß dem Projektfokus vor allem mit Blick auf Funktionen der Fahrzeugbedienung und -kontrolle erstellt. Durch seine Basis in Form der NHTSA-Guidelines sowie der zusätzlich vorgenommenen Erweiterungen ist das entwickelte Checklisten-Instrument allerdings prinzipiell für die Prüfung ablenkungsbezogener Sicherheitsaspekte einer großen Bandbreite von Funktionen des Fahrzeug-HMIs einsetzbar, die während der Fahrt bedient werden können. Sie kann folglich sowohl auf Funktionen der Fahrzeugbedienung mit Bezug zur Fahraufgabe angewendet werden als auch auf klassische Infotainment-Funktionen sowie auf aktuell noch unübliche, aber denkbare Umsetzungsvarianten wie die Integration von fundamentalen Funktionen für die Quer- und Längssteuerung des Fahrzeugs (z.B. Bremsen, Spurwahl bei Drive-by-Wire-Systemen) in einen Touchscreen. Sogar eine Anwendung auf tradierte Interaktionskonzepte ohne jede Beteiligung eines zentralen HMI-Elements, wie die Bedienung der Scheibenwischersteuerung per Lenkradhebel, ist theoretisch problemfrei möglich, dank der Option, auf den Prüfgegenstand nicht anwendbare Items als „not applicable“ zu kennzeichnen.

Es erscheint im Kontext der breiten Einsatzmöglichkeiten der Checkliste sinnvoll, den Geltungsbereich in drei Bereiche zu unterteilen: Einen Kernbereich an fahrbezogenen Funktionen, auf die die Checkliste originär ausgelegt wurde, einen erweiterten Anwendungsbereich für Bedienungsfunktionen, für deren formative Evaluation die Checkliste ebenfalls geeignet erscheint, und einen Bereich, für den die Checkliste keine Gültigkeit besitzt (Ausschlussbereich). Die Abgrenzung dieser drei Bereiche wurde auf Basis der von Bubb et al. (2015) dargelegten Definition für primäre, sekundäre und tertiäre Aufgaben beim Fahren getroffen. Als primäre Aufgaben werden dort die Stabilisierungsaufgabe, die Führungsaufgabe sowie die Navigationsaufgabe (inklusive der Nutzung eines Navigationssystems) zusammengefasst. Unter sekundären Fahraufgaben werden hingegen Aufgaben verstanden, „[...] die im unmittelbaren Zusammenhang mit der Fahraufgabe stehen, deren Nichterfüllung aber den Fahrprozess nicht direkt beeinflussen [...]“ (ebd., Kap.6 S.63), während tertiäre Aufgaben solche sind, die (von Ablenkungseffekten abgesehen) nichts mit dem Fahren zu tun haben, aber dennoch während des Fahrens erledigt werden.

In Tabelle 3 finden sich für jeden Teil-Geltungsbereich entsprechende Beispielfunktionen zur Veranschaulichung.

**Tabelle 5: Geltungs- und Ausschlussbereich der Checkliste**

<p>Kern- Geltungsbereich</p>	<p>Funktionen der Fahrzeugbedienung / -kontrolle mit Bezug zur Fahraufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Funktionen der primären Fahraufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lenken, Beschleunigen / Bremsen, Abstandhalten, Navigation</li> </ul> </li> <li>→ Funktionen der sekundären Fahraufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beispiele: Warnsignale (Hupe, Lichthupe), Blinker, Schalten der Lichtfunktionen (Fahrlicht, Abblendlicht, Fernlicht, etc.), Gangschaltung bei Schaltwagen, Scheibenwischer, (De-)Aktivierung und Einstellung von Assistenzfunktionen (ACC, Spurhalteassistent, etc.)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Erweiterter Anwendungsbereich</p>	<p>Funktionen der Fahrzeugbedienung / -kontrolle ohne Bezug zur Fahraufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Funktionen der tertiären Aufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beispiele: Einstellung der Lüftung / Klimaanlage, Bedienung Fenster / Schiebedach, Radio und (legale) Multimedia-Nutzung, Kommunikationsfunktionen (Telefonieren)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Ausschlussbereich</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Funktionen, die nicht aktiv während der Fahrt genutzt werden (können) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beispiele: Umklappen der Rücksitze, Öffnen des Kofferraums</li> </ul> </li> <li>→ Funktionen, deren Nutzung während der Fahrt durch gesetzliche Verordnungen verboten ist <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fernsehen / Internetstreams schauen, Nutzung eines Mobiltelefons (außer zulässiges Tethering)</li> </ul> </li> <li>→ Funktionen von Geräten, die nicht Teil der Fahrzeuginfrastruktur bzw. zumindest temporär in diese integriert sind <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beispiele: Mobile Navigationsgeräte, die nicht per Halterung fixiert werden, Smartwatches, Handheld-Konsolen</li> </ul> </li> </ul>

#### 4.4 Ablauf der Checklistenutzung

Der Prüfprozess mithilfe der Checkliste besteht aus drei separaten Schritten: Zunächst wird der Rahmen für die Prüfsitzung hinsichtlich der zu prüfenden Funktionen und Geräten definiert und dokumentiert (s. Abschnitt 4.4.1). Anschließend werden zunächst alle für die Prüfsitzung relevanten Hardwareelemente des HMI überprüft, bevor abschließend die einzelnen zu prüfenden Funktionen thematisiert werden (Abschnitt 4.4.2 ff.). Nicht mehr Teil des eigentlichen Prüfprozesses, aber dennoch unerlässlich, ist die abschließende Dokumentation in einem zusammenfassenden Prüfbericht (Abschnitt 4.4.4.).

Der Aufbau und die Nutzung der Checkliste sowie Hintergrundinformationen zum Instrument und dem Geltungsbereich werden den Nutzer:innen zunächst in den einleitenden Instruktionen erläutert. Anschließend ist als erster Schritt der Prüfrahmens für die konkrete Sitzung zu definieren.

#### 4.4.1 Schritt 1: Definition Prüfrahmen

Dem breiten Einsatzspektrum der Checkliste geschuldet, ist es für eine Prüfung eines HMIs mithilfe der Checkliste zunächst notwendig, den Rahmen der Prüfung genau zu definieren und zu dokumentieren (Schritt 1). Hierbei werden zunächst alle Funktionen, die im Rahmen des Prüfungsgangs evaluiert werden sollen, definiert. Aus den Erfahrungen der Ablauftestung sowie der Expertengespräche ergab sich, dass eine feste Vorgabe des Definitionsrahmens, was genau eine Funktion im Sinne der Checkliste sein muss, nicht nötig und im Einzelfall auch nicht hilfreich wäre. So kann argumentiert werden, dass die Funktion „Tempomat nutzen“ strenggenommen aus einer Reihe von Unterfunktionen besteht („Tempomat aktivieren / deaktivieren“, „Geschwindigkeit festlegen“, „Geschwindigkeit erhöhen / verringern“). Allerdings muss es aus prüfökonomischen Gründen nicht sinnvoll und auch nicht notwendig sein, jede dieser Unterfunktionen separat zu testen und einen eigenen Protokollbogen auszufüllen. Umgekehrt wäre eine Funktion „Navigationssystem nutzen“ vermutlich mit zu vielen und zu diversen Unterfunktionen versehen, als dass eine Gruppenprüfung sinnvoll erschiene. Die Bestimmung einer geeigneten Definitionsbreite für den Begriff „Funktion“ ist, wie an diesen Beispielen bereits erkennbar wird, nicht technologieneutral vollziehbar. Durch eine transparente Dokumentation des jeweils angewendeten Prüfrahmens ist eine instrumentenseitige a priori Festlegung allerdings nicht notwendig, da die Prüfung einer „übergeordneten“ Funktion wie „Tempomat nutzen“ dasselbe Ergebnis hervorbringen sollte wie die kumulierten Ergebnisse der Einzelprüfungen aller ihrer Unterfunktionen. Sobald alle zu prüfenden Funktionen definiert und dokumentiert sind, wird auch der hardwareseitige Prüfrahmen bestimmt. Hierzu werden alle Hardwareelemente, die in die Nutzung irgendeiner der zuvor bestimmten Funktionen involviert sind, in eine Liste aufgenommen (z.B. Touchscreen, Dreh-Drücksteller, spezifische Hebel/Knöpfe, Lautsprecherboxen/Mikrofone etc.). Mehrfachnennungen sind hierbei nicht nötig.

#### 4.4.2 Schritt 2: Modul 1 „Devices“

Die im ersten Schritt erstellte Auflistung aller zu prüfenden Hardwareelemente stellt den Referenzrahmen für das Modul 1 „Devices“ dar. Das in diesem Modul verwendete Item- und Antwortformat ist in Abbildung 4 dargestellt. Jedes in Modul 1 aufgeführte Item muss für alle Hardwareelemente in der Liste geprüft werden, bevor das nächste Item bearbeitet wird. Geprüft wird hier folglich eine Gerätegruppe, statt jedes Gerät einzeln: Wenn ein oder mehrere Hardwareelemente Sicherheitsbedenken hervorruft bezüglich des in dem Item thematisierten Kriteriums, so wird jedes dieser auffällig gewordenen Geräte einzeln namentlich und mit einer Beschreibung der festgestellten Bedenken notiert.

<b>1. No part of any of the physical devices, when mounted in the manner intended by the manufacturer, should obstruct a driver's view of the roadway.</b> (NHTSA 2013 V. A1)					
Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

Abbildung 4: Beispiel für Item- und Antwortformat der Module 1 und 2b



Zunächst wird hierzu das jeweilige Kriterium der NHTSA-Guidelines inklusive des entsprechenden Referenzparagraphen genannt. Die Formulierungen der Kriterien entsprechen inhaltlich der NHTSA Phase 1 Veröffentlichungen, wurden allerdings vereinzelt sinnbewahrend angepasst, um den Charakter einer Gruppenprüfung hervorzuheben (z.B. „No part of any of the physical devices“ statt „No part of the device“). Es muss nun angegeben werden, ob hinsichtlich des genannten Kriteriums aus Expertensicht keine („none“), geringfügige („minor“) oder schwerwiegende („serious“) Bedenken bei der Prüfung der Hardwareelemente auftraten. Dieses Antwortformat entspricht dem von Stevens und Cynk (2011) verwendeten und auch bei Naujoks et al. (2019) aufgegriffenem Format (dort „major“ statt „serious“). Das Konzept der „Bedenken“-basierten Evaluation kann angesichts der genannten Veröffentlichungen sowie einer von Forster et al. (2020) durchgeführten empirischen Validierung der Checkliste für HMIs automatisierter Fahrzeuge als hinlänglich erprobt gelten.

Analog zu den letztgenannten Veröffentlichungen wurden noch zwei zusätzliche Antwortkategorien hinzugefügt: zunächst eine Option, falls das genannte Kriterium nicht anwendbar („not applicable“) ist. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn keines der zu prüfenden Geräte über ein Display oder sonstige Möglichkeiten zur Übermittlung von visueller Information verfügt (z.B. nur physische Hebel und Lautsprecherboxen), und die Darstellung visueller Information in einem Kriterium thematisiert wird. Die zweite zusätzliche Antwortoption stammt aus der Checkliste von Naujoks et al. (2019) und dient dazu, Kriterien zu markieren, die in der aktuellen Prüfsitzung nicht (abschließend) geprüft werden können („subject to clarification“). Ein Beispiel hierfür ist die Bestimmung des Winkels zwischen Sichtlinie der Fahrer:innen und einem Display, der ggf. in der aktuellen Prüfsituation nicht in der von der NHTSA geforderten standardisierten Weise erhoben werden kann und folglich eine separate Messsitzung erfordert. Alle derartig markierten Kriterien werden im abschließenden Prüfbericht übersichtsartig aufgeführt.

Der oben beschriebene Prozess wird für alle elf Items im Modul „Devices“ wiederholt. Falls alle Hardwareelemente in der „Devices“-Liste bereits in einem früheren Prüfgang vollständig untersucht worden sind, kann Modul 1 mit Verweis auf die entsprechenden Prüfberichte übersprungen und direkt zu den nun folgenden Funktionsmodulen 2a und 2b übergegangen werden.

#### **4.4.3 Schritt 3: Modul 2 „Function“**

Das Modul 2 (genauer: die beiden Teilmodule 2a und 2b) wird anders als Modul 1 für jede Funktion gemäß definiertem Prüfrahen einzeln und in einem separaten Protokoll je Funktion durchgeführt. Wenn also in den Prüfrahen vier Funktionen aufgenommen wurden, so würde Modul 2 insgesamt vier Mal ausgefüllt werden. Während Item- und Antwortformat im Modul 2b demjenigen aus Modul 1 entsprechen, stellt das zuvor auszufüllende Modul 2a nicht nur eine Abweichung vom sonstigen Checklistenformat, sondern auch eine genuine Neuentwicklung abseits der NHTSA-Guidelines dar, die in Abschnitt 4.5 gesondert vorgestellt wird. Die einzige Abweichung von der Guideline-Vorlage im Modul 2b steht in einer Umformulierung des Items 17 dar, das auf dem Paragraphen G der NHTSA-Guideline (2013) beruht, der sich mit der Messung der Blickabwendungszeit befasst. Unter anderem wurde die Möglichkeit der Dokumentation von Messwerten einer alternativen Messmethode abseits der beiden von der NHTSA angedachten Methoden eingefügt (eine Absicherung strikt nach NHTSA ist allerdings nur unter Verwendung der dort spezifizierten Standardmethoden möglich).

#### **4.4.4 Abschluss: Ausfüllen des Prüfungsberichts**

Nachdem Schritt 3 für jede Funktion durchgeführt und in einem separaten Protokollbogen für jede Funktion dokumentiert wurde, werden die Ergebnisse aus allen durchgeführten Modulen in der Berichtszusammenfassung übersichtsartig dargestellt. Dies betrifft insbesondere sämtliche Bedenken, die während des Prüfprozesses identifiziert wurden, sowie die Übersicht über alle Items, die als „subject to clarification“ markiert wurden und folglich weiterführende Spezialprüfungen erfordern. Schwerwiegende Bedenken können ein deutliches Zeichen sein, dass das Design des bewerteten HMIs aus Sicherheitsperspektive nicht angemessen ist. Falls während der Evaluation zudem irgendwelche geringeren Bedenken identifiziert wurden, empfiehlt es sich, dem Vorgehen von Stevens & Cynk (2011) zu folgen und die gesammelten Bedenken hinsichtlich Anzahl, Art und möglicher Zusammenhänge zwischen diesen zu prüfen. Auch eine Häufung an sich geringerer Probleme kann hierbei zu dem Schluss führen,

dass das HMI die Sicherheit der Fahrer:innen in inakzeptabler Weise kompromittieren könnte. Das vollständige Ausfüllen der Berichtszusammenfassung markiert das Ende der Prüfsitzung.

#### 4.5 Modul 2a: Neuentwicklung zur Implementierungsform der Funktion im HMI

Die spezifischen Eigenschaften einer Aufgabe bzw. Funktion spielen in den etablierten Kriterienkatalogen wie den NHTSA-Leitfäden bislang kaum bis keine Rolle und werden zumeist bestenfalls im Rahmen des Geltungsbereichs der Guidelines erwähnt. Praktisch gesehen ergibt sich in Zeiten hochintegrativer HMI-Displays jedoch das Problem, dass das Ablenkungspotential einer Funktion nicht unabhängig von Faktoren der Aufgabe bestimmbar ist, zu deren Erfüllung die Funktion genutzt wird. So ist beispielsweise eine kumulierte Blickabwendungszeit von zwölf Sekunden für den Wechsel eines Radiosenders deutlich angemessener als für die Aktivierung des Warnblinkers in einer Gefahrensituation. Der Warnblinker wird, anders als die Senderwahl, oft nicht infolge einer intrinsischen (und aufschiebbarer) Motivation der Fahrer:innen genutzt, sondern durch äußere und oftmals spontan eintretende Umstände mit Bezug zur Fahraufgabe relevant. Zudem dürfte bei den meisten Ursachen für eine Aktivierung des Warnblinkers eine zeitliche Kritikalität und Sicherheitsrelevanz vorliegen, die bei einer Senderwahl nicht gegeben ist. Auch die Frage, wie häufig eine bestimmte Funktion während der Fahrt genutzt werden wird, ist von Bedeutung für deren Sicherheitsrelevanz. In einem zukünftig denkbaren Drive-by-Wire-Fahrzeug, bei dem auch Funktionen der grundlegendsten Fahrzeugbedienung (primäre Fahraufgabe) in ein zentralisiertes Display integriert würden, wäre der Warnblinker immer noch eine Funktion, die schnell verfügbar sein sollte. Noch unverzüglicher sollten allerdings die Bremse bedienbar oder mögliche Ausweichmanöver einzuleiten sein, und zwar nicht nur aufgrund der unmittelbaren Sicherheitsrelevanz des Fahrmanövers „Bremsen“, sondern auch, weil während einer Fahrt unentwegt gebremst werden muss. Etwaige Usability-Probleme bei der Nutzung der integrierten Funktion „Bremsen“ würden durch die hohe Frequenz an Funktionsnutzungen so zu einem beständigen Bedrohungspotenzial für die Verkehrssicherheit werden.

Das Modul 2a wurde für die Checkliste entwickelt, um zwei Ziele zu verfolgen: Erstens soll das Problem der wachsenden Zahl von Funktionen und des daraus hervorgehenden Konkurrenzkampfes um verfügbaren Platz auf Displays bzw. im Cockpit adressiert werden, indem Medium und Zugänglichkeit der Implementierung einer spezifischen Funktion aus dem Gesichtspunkt der Aufgabenangemessenheit betrachtet wird. Indem die typischen Umstände und Rahmenbedingungen einer Funktionsnutzung betrachtet werden, lassen sich für die Implementierung von Funktionen Empfehlungen ableiten, welche Implementierungsform (Direktheit des Zugriffs, aber auch Medium) noch als akzeptabel gelten kann und welche Umsetzung, an der zu erfüllenden Aufgabe gemessen, inakzeptable Ablenkungsrisiken nach sich ziehen würde. Diese Erkenntnisse können zudem für eine Priorisierung verschiedener, miteinander um Platz konkurrierender Funktionen genutzt werden.

Der zweite Beweggrund für die Entwicklung des Moduls 2a besteht in der Identifikation von Funktionen, bei denen eine Integration in ein zentralisiertes HMI (z.B. Touchscreen-Display) zwar (noch) rechtlich und technisch möglich wäre, aber aus Sicherheitsperspektive ungeachtet der Güte der Umsetzung unbedingt zu vermeiden ist. Dies betrifft insbesondere, aber nicht ausschließlich Funktionen, die der primären Fahraufgabe zugehörig sind. Diesem Anspruch des Moduls und der Checkliste tut auch der Umstand keinen Abbruch, dass aktuell allein aus rechtlicher Sicht z.B. eine Abkehr vom Bremspedal hin zu einer Bremsfunktion per Touch-Display weder zu erwarten noch wahrscheinlich ist, und dies zurzeit auch für diverse andere sicherheitsrelevante Funktionen der Fahrzeugkontrolle und -bedienung gelten dürfte. Das Anliegen des Moduls ist eine möglichst technologieneutrale und zukunftsfähige Formalisierung von Akzeptanzgrenzen für die Implementierungsform von Funktionen im HMI des Fahrzeugs, die durch den Fokus auf Aufgabenspezifika auch auf zukünftige Entwicklungen und Trends im Markt für manuell gesteuerte Fahrzeuge vorbereitet ist.

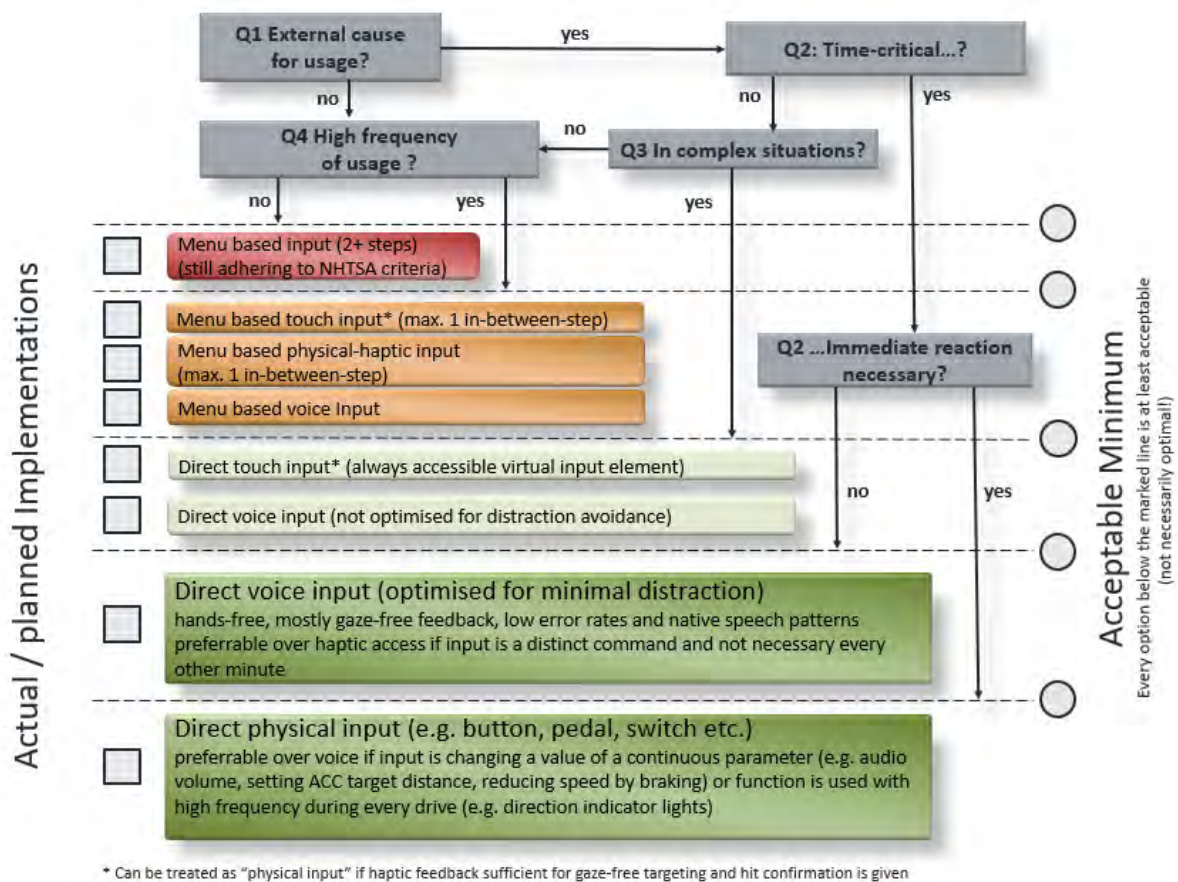
Das Vorgehen in Modul 2a lautet wie folgt: Um für eine spezifische Funktion die Grenze der noch akzeptablen Implementierungsformen bestimmen zu können, ist es zunächst notwendig, die Aufgabe und den Nutzungskontext der Funktion zu beschreiben. Dies erfolgt hier unter Berücksichtigung folgender Dimensionen:

- extrinsischer oder intrinsischer Nutzungsanlass: Liegt die Entscheidung, ob und wann die Funktion genutzt wird, ausschließlich bei den Fahrer:innen, oder erfolgt die Nutzung (auch) als Reaktion auf ein

externes Ereignis mit Relevanz für die Fahraufgabe, das außerhalb der direkten Kontrolle der Person liegt?

- zeitliche Kritikalität der Reaktion: Ist eine zeitnahe (maximal einstelliger Sekundenbereich) oder sogar unverzügliche Reaktion auf den Nutzungsanlass notwendig bzw. sicherheitsrelevant?
- situative Komplexität: Muss die Funktion typischerweise (auch) in Situationen genutzt werden, die bereits an sich komplex zu überschauen oder sicherheitskritisch sind? (z.B. Kreuzungsannäherungen, Abbiegesituationen, Autobahnauffahrten, etc.)
- Häufigkeit des Funktionsanlasses: Wie häufig wird die Funktion absehbar genutzt werden? Handelt es sich um eine eher selten genutzte Spezialfunktion, oder um eine Funktion, die bei (fast) jeder Fahrt (ggf. mehrfach) zum Einsatz kommt?

Anhand der Antworten auf diese grundlegenden Fragen wird ein Entscheidungsbaum konsultiert, der in Abbildung 5 dargestellt ist. Dieses Diagramm dient dazu, die konkrete Implementierung einer Funktion mit einer aus Sicherheitsperspektive noch akzeptablen Grenze abzugleichen. Im oberen Teil des Diagramms sind noch einmal die obigen Fragen in Kurzform aufgeführt, während im unteren Teil verschiedene Formen der Implementierung abgetragen sind. Diese unterscheiden sich in den Dimensionen „Direktheit des Zugriffs“ (direkter Zugriff vs. verschiedene Menütiefen) sowie des „Mediums“ (Sprachinteraktion, physisch-haptisches Eingabegerät, Touchscreen). Die verschiedenen Implementierungsformen sind hierarchisch nach dem Ablenkungspotential der verschiedenen Interaktionskonzepte geordnet, wobei die oberen Ebenen mit größerem Ablenkungsrisiko verbunden sind als die weiter untenstehenden Optionen. Es ist hierbei anzumerken, dass diese Bestimmung des noch akzeptablen Minimums wie erwähnt auf Ebene der Interaktionskonzepte stattfindet und angenommen wird, dass die entsprechenden Implementierungsebenen in ihrer Umsetzungsgüte auf jeweils vergleichbarem Niveau rangieren. So könnte beispielsweise verargumentiert werden, dass ein physischer Knopf nicht gezwungenermaßen weniger Ablenkungsrisiko bieten muss als ein ständig auf dem Touchscreen verfügbarer virtueller Knopf: Wenn der virtuelle Knopf auf dem Display immer verfügbar und ausreichend groß gestaltet ist, während der physische Knopf sehr klein, schlecht zu ertasten und von mehreren gleichartigen Knöpfen umgeben ist, wodurch eine blinde Bedienung erschwert oder unmöglich gemacht werden würde, dann wäre der virtuelle Knopf vermutlich die ablenkungärmere Variante. Hier bestünde das Problem allerdings nicht in der Frage, welche Implementierungsebene konzeptuell geeigneter ist, sondern in der Güte der jeweiligen Umsetzung. Der Entscheidungsbaum des Moduls 2a basiert vorrangig auf den Ablenkungspotentialen, die den jeweiligen Interaktionskonzepten unter Annahme einer vergleichbaren Umsetzungsgüte inhärent sind (die Umsetzungsgüte wird im nachgelagerten Item 13 gesondert thematisiert).



**Abbildung 5: Entscheidungsbaum zur Bestimmung des Akzeptanzminimums einer Implementierung**

Das Rational für die Hierarchie der Implementierungsvarianten beruht auf den inhärenten Ablenkungsrisiken auf konzeptueller Ebene (vgl. Horn & Gehlert, 2019). Es wurde hierfür angenommen, dass der Faktor „Menütiefe“ einen größeren Einfluss hat als das Medium, da eine mehrschrittige Interaktion automatisch dazu führt, dass die Nutzungszeit erhöht wird und etwaige Ablenkung kumuliert länger Bestand hat. Unstrittig dürfte sein, dass die Möglichkeit eines direkten Zugriffs auf eine Funktion eine geringere Ablenkung (Zeit und Ausmaß) nach sich zieht als ein Funktionsaufruf, der mehrere Zwischenschritte und die Notwendigkeit beinhaltet, durch ein Menü zu navigieren. Bezüglich der Bewertung der Ablenkungspotentiale verschiedener Interaktionsmedien (haptisch-physische Eingaben, Touchscreen-basierte Eingaben, Spracheingaben) wurden Vorarbeiten zu den konzeptuellen Eigenschaften zu Rate gezogen (ebd., siehe auch Abschnitt 1), die zusammen mit einer Beschreibung des im Entscheidungsbaum integrierten Idealkonzeptes (ablenkungsoptimiertes Sprachsystem als ideale Sprach-Lösung) in Tabelle 4 dargestellt sind.

Tabelle 6: Eingabemedien und ablenkungsbezogene Aspekte

Medium	Ablenkungsbezogene Aspekte des Konzepts
Haptische Eingaben über physische Hardware (Knöpfe, Schalter, Hebel, Pedale etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Manuelle Ablenkung</li> <li>→ (weitgehende) Blindbedienung möglich (Erfühlen des Elements, wahrnehmbares Feedback bei der Eingabe)</li> <li>→ Latenzfreie Eingabebestätigung (mechanisch)</li> <li>→ Positionierung im Cockpit variabel, um größere Veränderungen der Fahrposition / größeren Abstand zum Lenkrad für manuelle Eingaben zu vermeiden (z.B. Multifunktionslenkrad-Tasten, Lenkradhebel)</li> </ul>
Eingaben per zentralem Touchscreen	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Distanz zum Lenkrad feststehend und relativ groß -&gt; Hand ist länger nicht am Lenkrad</li> <li>→ oftmals kein ausreichendes haptisches Feedback zum blickabwendungsfreien Bedienen (Treffen/Prüfung, ob Eingabe angenommen wurde)</li> <li>→ unmittelbare Kopplung an visuell komplexere Oberfläche kann Aufmerksamkeit auf das Display ziehen und so Ablenkung erhöhen</li> <li>→ Latenzen bis zur erfahrbaren Registrierung der Eingabe oftmals höher als bei mechanischen Eingabeelementen -&gt; verlängerte Prüfzeiten</li> <li>→ Fahrbahnbeschaffenheit kann die Treffgenauigkeit beeinflussen</li> </ul>
Sprachsystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ erlaubt blickabwendungsarme Bedienung -&gt; minimiert visuelle Ablenkung</li> <li>→ vollständig freihändige Bedienung -&gt; minimiert manuelle Ablenkung</li> <li>→ kognitive Ablenkung besteht, kann je nach Funktion sogar höher als bei anderen Eingabeformen sein</li> <li>→ mit visuellen Rückmeldungen des Systems auf Spracheingaben: erhöhte visuelle Ablenkung</li> <li>→ ohne visuelle Rückmeldungen: kognitive Ablenkung bzw. die Anforderungen an eine optimierte Gestaltung der auditiven Rückmeldung erhöht</li> <li>→ wiederholte oder häufiger auftretende Fehler bei einer Spracherkennung können Ablenkung erhöhen (Frustration, notwendige Korrekturschleifen)</li> <li>→ nicht immer ideal geeignet für das Festlegen konkreter Werte bei kontinuierlichen Parametern (z.B. Lautstärke Radio, Zieldistanz ACC-Systeme)</li> </ul>
Gesten (nicht in Entscheidungsbaum aufgenommen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Problem des beschränkten Vokabulars an intuitiven, gut detektierbare und unterscheidbaren Gesten mit Passung zu spezifischen Funktionen</li> <li>→ Komplexe Gesten zur Erweiterung des Vokabulars erfordern Lernaufwand, können Fehlerraten erhöhen</li> <li>→ Durchführung ohne Blickabwendung zwar theoretisch möglich, aber aufgrund Tendenz zur Hand-Augen-Koordination eher unwahrscheinlich</li> <li>→ manuelle Ablenkung</li> <li>→ Fraglicher Mehrwehrt ggü. anderen Eingabeformen, bislang geringe Verbreitung</li> </ul> <p>(aufgrund der oben genannten Faktoren und der allgemein geringen Verbreitung (und damit geringen empirischen Datenlage aus der Praxis) nicht aufgenommen)</p>
Idealsystem: „Minimal ablenkendes Sprachsystem“ (aus: Horn und Gehlert, 2019)	<p>Sprachsystem mit folgenden Eigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ (näherungsweise) natürliches Sprachverhalten verarbeitbar</li> <li>→ nahezu fehlerfreie Spracherkennung mit geringen Latenzen</li> <li>→ jederzeit hohe Leistungsfähigkeit (z.B. unabhängig von Internetverfügbarkeit)</li> <li>→ weitgehender Verzicht auf visuelle Rückmeldungen nach Eingaben, insbesondere keine visuellen Rückmeldungen, die eine Blickabwendung von der Straße erfordern oder anregen</li> <li>→ stattdessen Sprachinteraktionsdesign, das die kognitive Beanspruchung auch in Abwesenheit zusätzlicher visueller Rückmeldungen minimiert</li> </ul>

Nachdem die Akzeptanzgrenze für eine Implementierung mithilfe des Entscheidungsbaums identifiziert wurde, wird diese mit einem Kreuz im entsprechenden kreisförmigen Antwortfeld auf der rechten Seite markiert (s. Abbildung 4). Nun muss für das geprüfte System markiert werden, welche Implementierungsformen zur Nutzung der gerade betrachteten Funktion real umgesetzt bzw. geplant sind. Hierbei ist darauf zu achten, dass jede verfügbare Option zur Nutzung der Funktion auch dokumentiert wird. Sollte also beispielsweise eine Funktion sowohl per Sprachsystem, das allerdings nicht die Eigenschaften eines „minimal ablenkenden“ Sprachsystems erfüllt, sowie per Touchscreen in einem Untermenü (erreichbar mit einem Zwischenschritt) aufgerufen werden können, sind beide Implementierungsoptionen entsprechend anzukreuzen. Dies ermöglicht direkt eine visuelle Prüfung, ob eine der Implementierungsformen oberhalb der identifizierten Akzeptanzgrenze liegt und folglich als konzeptuell problematisch zu betrachten ist. Tabelle 5 führt einige Beispiele für die Nutzung des Entscheidungsbaums anhand verschiedener Funktionen auf.

**Tabelle 7: Beispiele für die Bestimmung von Akzeptanzgrenzen**

	<b>Beispiel 1: Bremsen</b>	<b>Beispiel 2: Scheibenwischer Intervall verändern</b>	<b>Beispiel 3: Zielgeschwindigkeit des Tempomaten einstellen</b>	<b>Beispiel 4: Zwischenziel für eine Navigation einfügen</b>
Gibt es einen externen, fahraufgabenrelevanten Anlass für die Funktionsnutzung?	Ja	Ja (schlechte Sicht durch Regen / Schnee sowie keine (korrekte) automatische Einstellung)	Ja (mangelnde Ist-Soll-Passung der Geschwindigkeit)	Eher ja (Tankstelle, Rastplatz)
Ist eine unverzügliche oder zumindest zeitnahe Reaktion erforderlich?	Ja, unverzüglich	Ja, zeitnah (Sicht auf die Verkehrsumwelt durch suboptimales Intervall beeinträchtigt)	eher nein (manuelle Kontrolle z.b. durch Bremsen priorisiert, ist nicht im einstelligen Sekundenbereich nötig)	Nein
Wird die Funktion typischerweise auch oder ausschließlich in komplexen Situationen genutzt?	Ja	Ja (Situationsbewusstsein durch schlechte Sicht schon a priori beeinträchtigt)	eher Ja (oft bei hohen Geschwindigkeiten; z.B. Autobahn / Landstraße)	Nein
Wird die Funktion häufig genutzt?	Ja	Nein (falls Regensensor vorhanden)	Eher Ja	Nein
<b>Resultierende Akzeptanzgrenze</b>	<b>Unterste Grenze</b>	<b>Unterste Grenze</b>	<b>Drittunterste Grenze</b>	<b>Oberste Grenze</b>
Bedeutung	Nur direkte Eingabe (physisch)	Nur direkte Eingabe (physisch oder per minimal ablenkendem Sprachsystem, physisch präferiert, da kontinuierliche Variable)	Direkte Eingabe mindestens (!) per immer verfügbarem virtuellen Element auf Touchscreen	menübasierte Eingaben (NHTSA-konform) mit mehr als 1 Zwischenschritt für alle Medien akzeptabel (jedoch nicht ideal!)

In diesem Zusammenhang kann eine der Zielstellungen des Entscheidungsbaums und des Moduls 2a, die zentral für die Belange des Projektes war, noch einmal verdeutlicht werden: Bei besonders zeit- und sicherheitskritischen sowie extrem häufig zu nutzenden Funktionen stellt sich generell die Frage, inwiefern diese aus Sicherheitsperspektive überhaupt in ein Multifunktions-HMI integriert werden sollten, selbst wenn es technisch gesehen möglich ist und ggf. als ästhetischer wahrgenommen würde. Wie aus den dargestellten Beispielen ersichtlich wird, ist es der Logik des Entscheidungsbaums inhärent, dass derartige für ein zentralisiertes HMI-Display ungeeignete Funktionen anhand ihres Nutzungsanlasses bzw. der Rahmenbedingungen auch als solche identifiziert werden. Um das in Abschnitt 1 angeführte Beispiel der in einem Untermenü befindlichen Intervallsteuerung für den Scheibenwischer wieder aufzugreifen: Gemäß den Antworten auf die Fragen zu den typischen Rahmenbedingungen der Funktionsnutzung „Scheibenwischer“ (Beispiel 2 in Tabelle 5) ergibt sich, dass eine Implementierung, wie in besagtem Praxisbeispiel vorgenommen (als menübasierte Touchscreen-Eingabe), bereits außerhalb der für diese Funktionsart empfohlenen Akzeptanzgrenze liegt, und zwar unabhängig von der Güte der Umsetzung. Aus Sicherheitsperspektive hätte die Funktion aufgrund ihrer Rahmenbedingungen niemals in ein menübasiertes zentralisiertes Touchscreen-Display eingegliedert werden sollen. Dasselbe gilt auch für die (aktuell sehr unwahrscheinliche, aber technisch und zukünftig mögliche) Integration von Funktionen der fundamentalen Quer- und Längssteuerung des Fahrzeugs in ein Multifunktions-HMI-Element.

Um im laufenden Prüfprozess das Ergebnis genau dieser Annehmbarkeitsprüfung noch einmal zu explizieren, werden zum Abschluss des Moduls 2a zwei Items bearbeitet. Item 12 thematisiert hierbei die Güte der Passung zwischen der ermittelten Akzeptanzgrenze für die Funktion und der tatsächlichen / geplanten Implementierung. Wenn eine oder mehrere der gewählten Implementierungsformen oberhalb der ermittelten Akzeptanzgrenze liegen, ist dies mitsamt einer Abschätzung des Schweregrades in gewohntem Format zu dokumentieren. Gleiches gilt für Item 13, das auf die tatsächliche Güte der Umsetzung bei der Implementierung der Funktion abzielt („Are all input elements, that can be used to access and use the function, designed in a way, that finding and operating them is as easy and least error prone as possible?“).

## **4.6 Ersterprobung und Expertenurteile**

Eine erste Testversion der Checkliste wurde auf zwei Wegen einer Prüfung auf Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit unterzogen: Zum einen wurde der Entwurf durch sechs am Projekt beteiligte Verkehrssicherheitsforscher:innen auf jeweils zwei ausgewählte Funktionen zweier realer Fahrzeug-HMIs angewendet, und zum anderen wurde eine weitere Expertenbefragung mit HMI-Expert:innen durchgeführt. Diesen wurde der Entwurf im Vorfeld zur Verfügung gestellt und anschließend im Rahmen eines Remote-Meetings besprochen. Beide Maßnahmen resultierten in einer Liste von Optimierungsbedarfen und Verbesserungsvorschlägen, die anschließend im Projekt diskutiert, abgewogen und ggf. umgesetzt wurden.

### **4.6.1 Ablaufprüfung**

Der erste Testlauf für die Anwendung der Checkliste erfolgte mit dem Ziel, den Prüfprozess anhand der Liste am praktischen Beispiel durchzuführen, um prozedurale oder inhaltliche Unklarheiten und Optimierungsbedarfe zu identifizieren. Die Ablaufprüfung fanden aus logistischen Gründen im stehenden Fahrzeug statt, als Testobjekte kamen zwei PKW unterschiedlicher Hersteller mit modernem multimodalen HMI und zentralem Touchdisplay zum Einsatz. Es wurden ferner zwei bewusst heterogene Funktionsarten ausgewählt, um sowohl die Art der beteiligten HMI-Hardwareelemente sowie Eigenschaften der Funktionen möglichst variabel zu halten. Als eine basale Funktion wurde die Bedienung des Scheibenwischers ausgewählt, während eine (auch technisch) komplexere Funktion in der Hinzufügung eines Zwischenziels während der Navigation bestand. Da nicht die Bewertung der Performanz der konkreten HMIs im Fokus stand, sondern die Checkliste und deren Einsatztauglichkeit, wurden einzelne Checklistenitems, die eine standardisierte Messung nach NHTSA-Vorgaben erfordert hätten, nicht bewertet bzw. nur abgeschätzt (Blickwinkel auf Displays, Blickabwendungszeiten). Neben diversen noch zu unscharfen Begriffsverwendungen in der Checkliste und Unklarheiten im Vorgehen insgesamt wurden insbesondere Offenstände in den Begleitinstruktionen und bezüglich der Abgrenzung des Geltungsbereichs identifiziert und in die

Überarbeitung des Entwurfs aufgenommen. Diese Sammlung an Optimierungsbedarfen wurde anschließend ergänzt durch die Rückmeldungen, die die Expert:innen während der zweiten Interviewserie zu Protokoll gaben.

#### 4.6.2 Beurteilung der Entwurfsversion durch Expert:innen aus der Praxis

An dieser zweiten Interviewserie im Januar 2023 nahmen sechs Expert:innen aus der Praxis teil, von denen fünf bereits an den ersten Befragungen teilgenommen hatten. Die Interviews wurden erneut per Online-Konferenz durchgeführt. Um die für die Gespräche notwendige Geheimhaltung bzw. Anonymität zu gewährleisten, wurden die Interviews nicht in Bild und Ton aufgezeichnet, sondern von jeweils zwei Projektbeteiligten begleitet, wobei eine Person die Moderation übernahm und die andere ein anonymisiertes Gesprächsprotokoll anfertigte. Die Auswertung erfolgte qualitativ und anonymisiert-aggregierend. Die Interviews hatten eine Maximaldauer von 45 Minuten und basierten auf einem vorab angefertigten Interviewleitfaden, der aus insgesamt zwölf Fragen aus fünf Themenkategorien bestand (s. Tabelle 2). Nach der Begrüßung wurde den Befragten zunächst in einer kurzen Präsentation die wichtigsten Rahmendaten für die Checkliste inklusive der angedachten Ziele sowie zur Entstehung und zum konzeptuellen Aufbau dargelegt. Anschließend wurde die Rückmeldung eingeholt, ob die befragten Personen die vorab zugesendete Checkliste bereits selbst in Augenschein nehmen können. Bei fünf von sechs Befragten war dies der Fall, der sechsten Person wurde die Checkliste per Screensharing präsentiert und in aller Kürze vorgestellt.

Im eigentlichen Interview wurden die Expert:innen zunächst gebeten, ihre initialen Eindrücke und Verbesserungsvorschläge zu berichten, ohne dass ihnen ein spezifischer Themenbereich vorgegeben wurde (die Antwortstichpunkte wurden nachträglich den jeweiligen Themengebieten zugeordnet). Anschließend wurden die in Tabelle 6 (in gekürzter Stichpunktform) dargestellten Fragen zu allen fünf Kategorien gestellt und die Antworten entsprechend im Interviewprotokoll vermerkt.

**Tabelle 8: Leitfadenstruktur zweites Interview**

Themengebiet	Frageninhalte
Erste Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ist der Inhalt der Checkliste bereits bekannt?</li> <li>→ Erste Eindrücke, Kritik, Optimierungsbedarfe</li> </ul>
Umfang / Layout / Antwortformat	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Werden inhaltliche Offenstände oder auch Kürzungspotentiale gesehen?</li> <li>→ Besprechung des Antwortformats der einzelnen Items</li> <li>→ Sonstige Anmerkungen</li> </ul>
Module	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Wird die Aufteilung der NHTSA-Gestaltungskriterien in Module für Hard- und Software („devices“ vs. „functions“) für sinnvoll gehalten?</li> <li>→ Besprechung des Moduls 2a „Funktionspriorisierung“ als Neukonstruktion, die über die NHTSA-Veröffentlichungen hinausgehen: Verständlichkeit, inhaltliche Aspekte</li> <li>→ Weitere Anmerkungen zum Modul 2a</li> </ul>
Praxispassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Definitionsrahmen „devices“: Ist ein restriktiverer oder flexiblerer Definitionsrahmen für beide Begriffe und ihre Abbildung in der Checkliste gewünscht? Wie gut ist die Passung zur tatsächlichen Prüfpraxis für HMI im Fahrzeug?</li> <li>→ NHTSA-Herkunft: Weiter starke Bindung an die NHTSA Guidelines gewünscht? Falls nein: welche Änderungen gewünscht?</li> </ul>
Abschließendes Urteil	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Weitere, noch nicht besprochene Anmerkungen?</li> <li>→ Bewertung: Als wie hilfreich wird die Checkliste in vorliegender Form bezeichnet?</li> </ul>

Die in den Interviews von den Expert:innen angeregten Änderungsvorschläge wurden anschließend von den Projektbeteiligten diskutiert und nach Konsensbildung ggf. in die Überarbeitungsliste aufgenommen. Diese wurde



nach Abschluss der Interviews auf die Entwurfsversion angewendet, um die in der vorliegenden Veröffentlichung vorgestellte Version zu erstellen (s. Anlage A).

## 4.7 Rückmeldungen der Expert:innen zum Checklistenkonzept

Die Befragung von Expert:innen in einem zweiten Interview erfolgte auf Basis einer Entwurfsversion der Checkliste, die anschließend anhand der Rückmeldungen zur hier vorgestellten Version weiterentwickelt wurde. Die Änderungsvorschläge umfassten unter anderem Formulierungsdetails, die Aufnahme der „subject to clarification“-Kategorie, die in der Entwurfsversion noch nicht vorgesehen war, sowie insbesondere Anregungen zur Selbstbeschreibungsfähigkeit und Inhalten des Entscheidungsbaum von Modul 2a. Einige der gewonnenen Erkenntnisse aus den Interviews lassen sich allerdings auch auf die aktuelle Version verallgemeinern, da sie nicht konkrete Details der Entwurfsversion betrafen, sondern Rückmeldungen z.B. zum Konzept und grundlegenden Aufbau der Checkliste darstellten. Diese Bewertungen werden im Folgenden übersichtsartig vorgestellt.

### 4.7.1 Umfang und Antwortformat

Bezüglich des inhaltlichen Umfangs der Checkliste wurden von den Expert:innen keine Kürzungswünsche angemerkt, und die Checkliste wurde durchgehend als vollständig bezeichnet. Auch auf Nachfrage wurden keine Inhalte genannt, die im gesetzten Rahmen der Checkliste (manuelles Fahren, aktive Funktionsnutzung während der Fahrt) fehlen würden. Die einzige Ausnahme bildete hier eine Nachfrage bezüglich passiver Anzeigen und deren Absicherung. Durch die NHTSA-Herkunft und die ursprüngliche Zielstellung ist die Checkliste klar aufgabenfokussiert gestaltet, ein Großteil der Inhalte beziehen sich folglich auf die aktive Interaktion mit dem HMI. Für die Absicherung von interaktionsfreien Anzeigehalten (z.B. die Lesbarkeit und das Ablenkungspotenzial der Ausgaben während einer laufenden Routennavigation) müssten andere Guidelines zur Rate gezogen werden.

Das Antwortformat mit den drei Stufen „none“, „minor concerns“, „serious concerns“ wurde von den Expert:innen fast durchgehend als gut geeignet bewertet, auch wenn zum Teil eine Erweiterung auf vier Antwortstufen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile diskutiert wurde. Eine weitere Erhöhung der Antwortstufenzahl auf fünf oder sogar mehr wurde vollumfänglich abgelehnt, da dies zu einer (praktisch nicht nutzbaren) Überspezifizierung sowie erhöhtem kognitivem Aufwand für Bewerter:innen führen könnte, was wiederum Auswirkungen auf die Akzeptanz der Checkliste nach sich ziehen könnte.

Die Länge der Checkliste wurde durchweg als akzeptabel bezeichnet. Allerdings erfolgte auch in mehreren Gesprächen der Hinweis, dass eine denkbare Erweiterung der Checklisteninhalte (z.B. um Gestaltungshinweise zu jedem Kriterium im Sinne von Typ II-Guidelines) und die resultierende Vergrößerung des Checklistenumfangs nur wohlüberlegt stattfinden sollte, da eine überschaubare Gesamtlänge und ein klarer Fokus wichtig für die Nützlichkeit und Gebrauchstauglichkeit des Instruments seien.

### 4.7.2 Modularisierung

Die Expert:innen wurden gefragt, wie sie die Modularisierung und die (in der NHTSA nicht existente) Trennung und Gruppierung der Gestaltungskriterien in Hard- und Software-Aspekte („devices“ vs. „functions“) bewerten. Dieser Aspekt der Checkliste wurde als sinnvoll begrüßt, und zwar sowohl aus inhaltlicher Sicht aufgrund des heutigen Trends zu hochintegrativen Multifunktionsgeräten und Funktionsupdates nur per Software als auch aufgrund der Möglichkeit kürzerer Testzeiten durch die Beschränkung auf bestimmte, für die jeweilige Prüfung relevante, Module. Wenn z.B. durch ein Softwareupdate eine Einzelfunktion verändert und in ein sonst bereits bestehendes und bereits geprüftes HMI integriert wird, ist es so nicht nötig die gesamte Checkliste abzuarbeiten (bzw. mit erhöhtem kognitivem Aufwand händisch nur diejenigen Items zu identifizieren und auszufüllen, die für die Änderung relevant sind).

### 4.7.3 Praxispassung und Gesamturteil

Der Gesprächsleitfaden beinhaltete u.a. die Frage, ob der Ansatz der Checkliste, die für die relevanten Hardwareelemente des HMI zu einer gesamtheitlich zu prüfenden „Devices“-Gruppe zusammenzufassen, ein sinnvolles und vor allem verständliches Vorgehen darstellt. Dies wurde unter Verweis auf die ökonomischere Durchführung mehrheitlich bejaht. Auf die Nachfrage, ob es separate Versionen des Moduls für singuläre Geräteprüfungen sowie „Gruppenprüfungen“ geben sollte, wurde darauf verwiesen, dass es im Idealfall eine universelle Checkliste mit entsprechend flexiblem Definitionsrahmen für „devices“ (und auch „functions“) geben sollte, statt mehrere Unterformen.

Anschließend wurden die Expert:innen zu ihrer Meinung über die enge Bindung der Checkliste an die NHTSA-Richtlinien zur visuell-manuellen Ablenkung befragt. Mehrheitlich wurde diese Bindung als Vorteil gesehen, auch insbesondere aus Gründen der zu erwartenden Akzeptanz in der Praxis. Die NHTSA-Richtlinien sind weit verbreitet und in ihrer Entstehung von internationalen Stakeholdern aus Forschung und Praxis intensiv diskutiert und beeinflusst worden. Zudem beruhen sie historisch auf der ESOP-Linie und weisen dementsprechend große Überschneidungen zu den europäischen Leitprinzipien auf (s. hierzu auch Kapitel 2.2.6). Es wurde jedoch auch nachgefragt, warum die NHTSA-Guidelines zur Grundlage der Checkliste gemacht wurde, statt die von der EU-Kommission empfohlenen European Statement of Principles.

Tatsächlich griffen die meisten Expert:innen die bereits in den Abschnitten 2.2.3 sowie 2.6.5 besprochene Kritik am Hauptakzeptanzkriterium der NHTSA-Guidelines auf (Item 17 der Checkliste, Paragraph G der NHTSA-Guidelines) und erwähnten hier vor allem die kumulierte Blickabwendungszeit von zwölf Sekunden kritisch. Die kritische Grenze für die Dauer einzelner Blicke von maximal zwei Sekunden hingegen wurde mehrheitlich als sinnvoll, notwendig und unstrittig bezeichnet, auch wenn Funktionen existieren, für die selbst zwei Sekunden Blickabwendungszeit zuviel sind (dieser Diskurs führte auch zur Unterteilung der Frage nach der Zeitkritikalität in Modul 2a in unverzüglich, zeitnah und nicht zeitkritisch). Weiterhin wurde als Nachteil der Bindung an die NHTSA-Guidelines der Fokus auf reine Blickabwendungszeiten genannt, und es wurden im Allgemeinen verhaltensnähere Alternativkriterien gefordert. Trotz dieser von beinahe allen Expert:innen vorgebrachten Kritik an den NHTSA-Guidelines lautete die Empfehlung mehrheitlich, sich gerade für die ersten Versionen der Checkliste nah an der Vorlage zu halten, vor allem aus Akzeptanzgründen. Eine Erweiterung der NHTSA-Prinzipien um weitere sinnvolle Leitkriterien wurde hierbei als bedeutend weniger problematisch gesehen als das Weglassen von Inhalten aus den Guidelines, auch wenn einzelne Items als veraltet oder bereits in der Vorlage zu unverständlich<sup>7</sup>, als zu spezifisch oder als nicht mehr zeitgemäß bezeichnet wurden.

Insgesamt erhielt bereits die Entwurfsversion der Checkliste Zuspruch durch die meisten befragten Expert:innen. Auch die Bindung an die NHTSA als Ausgangspunkt wurde zumindest mehrheitlich für akzeptabel und sinnvoll befunden. Vorteile gegenüber dem bereits veröffentlichten Guideline-Dokument der NHTSA wurden insbesondere in der Handhabbarkeit und effizienten Anwendbarkeit gesehen. Die Checkliste wurde u.a. als Hilfestellung für weniger mit der Absicherung von Fahrzeug-HMIs vertrauten Personen, sowie als kompaktes und schnell zugängliches Nachschlagewerk bezeichnet. Darüber hinaus wurde allerdings immer wieder auch Interesse bekundet, über den weiteren Verlauf der Entwicklungen informiert zu werden, da eine Anwendung in der Praxis auch für Expert:innen als interessant erscheint.

## 5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde eine Übersicht über veröffentlichte Leitfäden zur ablenkungsminimierenden Gestaltung von HMIs im Fahrzeug erstellt, wobei der Fokus des Vorhabens einerseits auf Kriterienkatalogen wie dem ESOP oder den NHTSA-Guidelines zur Vermeidung visuell-manueller Ablenkung

---

<sup>7</sup> Dies betraf insbesondere das Checklisten-Item 15e (NHTSA Paragraph J.6): „The device should control the display of information related to dynamic events that are not within the driver's direct control (e.g., distance to the next turn)“.

und andererseits insbesondere auf Funktionen mit Bezug zur Fahraufgabe lag. Ausgehend von dieser Recherche und einer begleitenden Interviewserie mit HMI-Expert:innen wurde eine Checkliste auf Basis von Guidelines entwickelt, die die NHTSA in Phase 1 ihres Programms zur Ablenkungsvermeidung veröffentlicht hat. Diese Checkliste stellt insofern keine reine 1:1-Umsetzung der Vorlage, sondern eine Erweiterung dar, als dass durch entsprechende Anpassungen und Erweiterungen explizit fahraufgabennahe Funktionen der Fahrzeugbedienung in den Fokus genommen werden. Durch die modulare Struktur ist allerdings auch eine Verwendung als Checkliste im Sinne der ursprünglichen NHTSA-Veröffentlichung möglich, da in Modul 1 und Modul 2 alle Paragraphen der Guideline vollständig repräsentiert sind. Die Checkliste stellt somit zugleich auch ein Instrument dar, dass die NHTSA-Veröffentlichung inhaltstreu verkürzt und damit praxistauglicher macht, und es so ermöglicht, Ablenkungspotenziale von Technik im Fahrzeug vergleichsweise einfach und schnell zu bewerten.

Der Checkliste zugrunde liegt die Prämisse, Ablenkung durch Technik beim Autofahren soweit wie möglich zu vermeiden. Die Betrachtung von Ablenkungspotentialen durch Techniknutzung im Fahrzeug bezog sich in der Vergangenheit oftmals vor allem auf den hier als erweiterten Anwendungsbereich aufgenommenen Themenkomplex der Funktionen ohne direkten Bezug zur Fahraufgabe, also auf tertiäre Aufgaben. Ein Grund dafür dürfte sein, dass diese fahrfremden Aufgaben nur wenig (über den Fahrerzustand vermittelt) bis nichts zur erfolgreichen und sicheren Erfüllung der Fahraufgabe beitragen und folglich jegliche durch sie entstehende Ablenkung als besonders kritisch, weil vergleichsweise „unnötig“ zu bewerten ist. Außerdem sind es gerade Funktionen aus diesem Bereich, die oftmals besonders komplex bzw. gezwungenermaßen mehrschrittig sind, daher auch länger dauern (z.B. Musikwahl, Kontaktauswahl für einen Anruf) und darum ein besonderes Ablenkungspotential bieten. Dass die hier entwickelte Checkliste auch genutzt werden kann, um die Implementierung derartiger Funktionen im HMI zu prüfen, ist aus genau diesen Gründen auch nicht zu verstehen als Unbedenklichkeitserklärung oder Legitimationsargument für die Implementierung jedweder Art von (noch legaler) Funktion zur Erfüllung tertiärer Aufgaben. Im Laufe der Jahre haben immer mehr Funktionen im Fahrzeug Einzug gehalten, die nicht oder nur sehr vermittelt mit der Fahraufgabe im Zusammenhang stehen, und es ist nicht zu erwarten, dass keine weiteren, zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht absehbaren Funktionen hinzukommen werden. Ein kategorischer Ausschluss derartiger Funktionen aus dem Geltungsbereich der Checkliste (und ablenkungsbezogener Guidelines allgemein) würde indes absehbar nicht dazu führen, dass entsprechende Funktionen nicht mehr in die HMIs implementiert werden. Stattdessen würde dies in der Praxis lediglich dazu führen, dass entsprechende Funktionen ohne standardisierte Wege der Absicherung ausgelegt und umgesetzt werden müssten. Ob insbesondere jede zukünftig neu auftretende Funktion, die rein rechtlich implementiert werden könnte, aus Gründen der Verkehrssicherheit auch implementiert werden sollte, ist eine Frage, die nicht anhand der Checkliste beantwortet werden kann und sollte. Es sei an dieser Stelle noch einmal auf die eingangs in Abschnitt 1 getätigte Aussage verwiesen, dass die risikofreieste und ungefährlichste Nebenaufgabe (bzw. tertiäre Funktion) beim Autofahren immer noch diejenige ist, die erst gar nicht durchgeführt wird. Wenn allerdings eine Funktion entweder aufgrund von Relevanz für die Fahraufgabe (wie etwa Einstellungen von Fahrerassistenzsystem), oder aber aufgrund von anderen Beweggründen, wie entsprechenden Kundenerwartungen, in ein HMI implementiert wird, sollte diese zumindest so ablenkungsfrei wie möglich gestaltet und auch diesbezüglich geprüft werden. Die im vorliegenden Bericht vorgestellte Checkliste ist auf genau dieses Ziel hin entwickelt worden und stellt eine erste, voll einsatzfähige Gebrauchsversion zur formativen Evaluation von HMI, zur Absicherung nach NHTSA sowie zur Identifikation potentiell sicherheitskritischer Implementierungsformen dar. Zugleich bieten sich verschiedene Ansatzpunkte für Optimierungen und einen inhaltlichen Ausbau in späteren weiteren Versionen, wobei die Möglichkeit zu einer derartigen Erweiterung durch den modularen Ansatz und den breiten Fokus von Beginn an mitgedacht und vorbereitet wurde.

## 5.1 Erweiterungen der Checkliste

Ein erster denkbarer Ansatz für eine inhaltliche Weiterentwicklung der Checkliste bestünde in einer weitergehenden Loslösung von der NHTSA-Vorlage, dort wo es sinnvoll erscheint und gut begründet werden kann. Anhand der Literatur, der Praxiserprobung und im Rahmen der Interviews geführten Diskurse über die NHTSA-Guidelines (und die veröffentlichten Kriterienkataloge der ESOP-Linie allgemein) kann abgeschätzt werden, dass sich einige der Items des Kriterienkatalogs inzwischen als veraltet und praktisch wenig relevant erweisen könnten, oder sich bestimmte inhaltliche Offenstände in den NHTSA-Prinzipien zeigen. Optimierungsbedarfe in die eine oder andere Richtung könnten sich durch eine längerfristige praktische Anwendung der Checkliste und die so gewonnenen Erfahrungen offenbaren und könnten in eine weitere Überarbeitung münden. Eine Loslösung von der NHTSA-

Vorlage könnte darüber hinaus auch in Form einer Ergänzung der Checkliste um Inhalte aus anderen Typ I-Guidelines wie etwa der ESOP, oder sogar durch Anreicherungen mit aus Typ II-Guidelines (Gestaltungsmaßnahmen) abgeleiteten Kriterien erfolgen. Selbst eine Integration von Inhalten zukünftig erscheinender Typ I-Guidelines ist denkbar und sollte als sinnvolle Erweiterung des Instruments fortlaufend mitgedacht werden, eben weil die Guidelines der ESOP-Linie praktisch nützlich und etabliert, aber längst nicht unumstritten oder erschöpfend sind. Gerade der Aspekt Sprachsysteme könnte und sollte noch intensiver in den Fokus genommen werden, als es bei der Checkliste und ihrer NHTSA-Vorlage bislang der Fall ist. Hierzu könnten in Ermangelung veröffentlichter Typ I-Guidelines auch bislang veröffentlichte Designprinzipien wie etwa bei Hua und Ng (2010) gesichtet und zu Items für ein entsprechendes Checklistenmodul synthetisiert werden.

Die wohl interessanteste, aber zugleich auch herausforderndste Weiterentwicklung der vorgestellten Checkliste dürfte indes in der Erweiterung zu einem auch weitergehend quantitativ interpretierbaren Instrument bestehen. Damit wäre es auch möglich, die Checkliste für eine summative Prüfung z.B. durch eine Bewertungsinstitution wie EuroNCAP zu nutzen. Aktuell handelt es sich bei der Checkliste um ein qualitatives Prüfinstrument für Praktiker:innen, das sowohl intern als auch durch Externe zur formativen Evaluation von HMI und zur Identifikation möglicher Sicherheitsbedenken für Designpläne und konkrete Lösungen genutzt werden kann. In der aktuellen Form kann die Checkliste jedoch nicht den Anspruch stellen, ein quantitatives Instrument für eine summative Bewertung zu sein. Denkbar ist höchstens eine quantitative Auswertung in Form der kumulierten Häufigkeiten von geringeren und schwerwiegenden Bedenken. Allerdings muss auch hier von einer reinen Behandlung dieser Häufigkeiten als Kennwerte der Verkehrssicherheit abgeraten werden. Es ist naheliegend, dass nicht jedes Guideline-Kriterium vergleichbar große Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit haben dürfte. So dürfte vermutlich ein Verstoß gegen das Prinzip, dass ein Gerät nicht den Blick auf die Straße verdecken darf, ein schwerwiegenderes Risiko darstellen als ein Verstoß gegen das Prinzip, dass das System die Darstellung dynamischer Daten außerhalb der Kontrolle der Fahrer:innen verwalten sollte. Diese Annahme ist schlüssig, selbst wenn man bedenkt, dass aufgrund der Schwierigkeit, Gefährdungen der Verkehrssicherheitsforschung genau zu beziffern, absolute numerische Aussagen zu den Auswirkungen von einzelnen Prinzipverstößen auf die Verkehrssicherheit nur schwer möglich und immer mit einer Restunsicherheit behaftet sein werden. Dies ist kein Problem der Checkliste oder ihrer spezifischen Vorlage in Form der NHTSA-Guidelines, sondern ein fundamentales Problem im Umgang mit einem so komplexen und multivariat beeinflussten Konstrukt wie der Verkehrssicherheit. Ob der Weg etwa des European Statement of Principles, aufgrund der Schwierigkeiten einer unwiderlegbaren Begründung für numerische Akzeptanzkriterien einfach weitgehend auf die Nennung selbst von Richtwert-Intervallen zu verzichten, aus Verkehrssicherheitsperspektive wirklich die sinnvollste Lösung darstellt, ist allerdings aus dem oben Genannten nicht ableitbar. Ein Scoring-Ansatz für die Checkliste wäre prinzipiell möglich und vermutlich auch sinnvoll, allerdings stellt sich hier wie auch bei den Guidelines allgemein die Frage nach dem Rational für eine bestimmte Festlegung: Welche identifizierten Bedenken sollten mit welchen Punktwerten versehen werden, und welcher Gesamtscore könnte noch als akzeptabel gelten? Die Historie der ablenkungsbezogenen Guidelines und insbesondere der ESOP-Linie hat gezeigt, dass auch auf empirischer Evidenz beruhende Richtwerte und selbst Empfehlungen oftmals kontrovers diskutiert und als nicht überzeugend genug abgelehnt werden. Dies bedeutet nicht, dass der Ansatz einer empiriegeleiteten Erweiterung hin zu einem quantitativ interpretierbaren, summativen Instrument nicht möglich ist, sondern nur, dass es entsprechender empirischer Daten aus Untersuchungen zur Bestimmung von Grenzwerten, Gewichtungungen, etc. bedarf.

In der hier vorgestellten ersten Gebrauchsversion der Checkliste ist es auch an verschiedenen Stellen des Prüfprozesses selbst unabdingbar, dass die bewertenden Expert:innen Einschätzungen anhand heuristischer Erfahrungswerte und somit bis zu einem gewissen Grad subjektiv vornehmen. Für den qualitativen Ansatz der Checkliste und ihrem Naturell als Experteninstrument stellt dies kein entscheidendes Problem dar, da auch sämtliche veröffentlichte und weithin genutzten Kriterienkataloge der ESOP-Linie und auch der JAMA bis zu einem gewissen Grad auf subjektive Einschätzungen und damit auf heuristisches Expertenwissen angewiesen sind. Dies gilt insbesondere für das ESOP, wo prinzipiell keine festen Grenzwerte genannt und stattdessen Formulierungen wie „hinreichend“ oder „ausreichend“ verwendet werden (s. Abschnitt 2.2.1). Nichtsdestotrotz erscheint es reizvoll (und auch in gewissem Rahmen möglich), insbesondere das Modul 2a z.B. durch gezielte Studien und Expertenworkshops dort, wo es möglich ist, noch weiter zu objektivieren. Insbesondere die Fragen des Moduls 2a zur Bestimmung der Aufgabenspezifika weisen in Ermangelung objektiver Grenzwerte für die Einteilung in die eine oder andere Kategorie (z.B. häufige Nutzung vs. seltene Nutzung) immer auch eine subjektive Komponente auf,

sodass eine Entscheidung für die eine oder andere Kategorie gerade in Grenzfällen sicher streitbar ist. Die jeweils angegebenen Entscheidungshilfen stellen eine grobe Orientierungshilfe dar, sind im Endeffekt aber ebenfalls heuristischer Natur und sicher für bestimmte Anwendungszwecke passender oder weniger passend. Eine unstrittige und scharf definierte Trenngrenze zwischen „häufiger“ und „seltener“ Nutzung, die für alle denkbaren Aufgabentypen für Funktionen im Geltungsbereich gleichsam passend wäre, wäre wünschenswert, erscheint allerdings ohne weiteres schwer zu verargumentieren: Gilt eine Funktion als häufig genutzt, wenn sie mehrmals pro Fahrt genutzt wird, oder auch schon, wenn sie im Durchschnitt alle 3-4 Fahrten genutzt werden dürfte? Wie lang sollte eine solche Referenzfahrt sein, und würde eine dieser beiden Grenzen auch dann noch Sinn ergeben, wenn stark situative Funktionen betrachtet werden, die nur unter bestimmten Umständen (z.B. regnerisches Wetter) genutzt werden, dann allerdings so gut wie immer? Die Definition fester Grenzen zur Beantwortung der Fragen im Modul 2a und auch zu bestimmten Items der anderen Module könnte zwar die Bewerterübereinstimmung erhöhen, und dadurch den Bedarf zur Konsensfindung reduzieren, wäre aber auch inhaltlich und methodisch sorgfältig zu begründen sowie auf ausreichende Allgemeingültigkeit zu überprüfen.

## 5.2 Weitere Forschungs- und Handlungsbedarfe

Im Kontext der Ablenkungsminimierung von Technik im Fahrzeug ergeben sich neben der Weiterentwicklung der Checkliste anhand praktischer Nutzungserfahrungen und empirischer Daten noch eine Reihe weiterer Forschungsbedarfe, die einerseits die veröffentlichten Guidelines vom Typ I und II betreffen und andererseits ein zentrales Kernproblem der Verkehrssicherheits-Forschung in Form der Wahl geeigneter Risikomaße darstellen.

Zunächst ist festzuhalten, dass selbst die aktuellste Veröffentlichung einer allgemeinen Typ I-Guideline (Kriterienkataloge) in Form der NHTSA-Guidelines Phase 1 inzwischen 10 Jahre alt ist und an verschiedenen Stellen den heutigen Stand der Technik nicht mehr angemessen repräsentiert (dieser Mangel an aktuellen Kriterienkatalogen erforderte letztlich u.a. auch den Schritt der Neuentwicklung des Moduls 2a). Die Entwicklung einer gänzlich neuen Kriteriensammlung im Geiste der Typ I-Guidelines unter notwendigem breitbandigen Einbezug aller relevanten Stakeholder wie Hersteller, Gesetzgeber und Verkehrssicherheitsforschung war nicht Teil der Projektziele und hätte den Rahmen weit überschritten. Alle etablierten Guidelines vom Typ I sind über mehrere Jahre von zahlreichen Expert:innen aus verschiedensten Disziplinen entwickelt, diskutiert und ge- und entschärft worden, wobei dieser Prozess sicher aufwändig und zeitintensiv, aber für eine breite Akzeptanz auch unerlässlich war. Diese Akzeptanz wiederum ist deshalb so essentiell, weil es sich naturgemäß bei Guidelines um freiwillig zu adaptierende Empfehlungen bzw. Instrumente der Selbstverpflichtung und nicht um rechtlich verbindende Vorschriften handelt. Dennoch muss festgehalten werden, dass Bedarf besteht an neueren Guidelines vom Typ I. Dies gilt noch umso mehr für HMI-Systemarten, für die nicht nur keine aktuellen, sondern noch gar keine etablierten und allgemein anerkannten Kriterienkataloge existieren. Hier muss erneut auf den Mangel an Performanz-Guidelines für Sprachsysteme hingewiesen werden: Sprachbedienungstechnologie bietet konzeptuell eine Reihe von ablenkungsbezogenen Vorteilen und wird dank verbesserter Technik und zunehmender Verbreitung immer relevanter für die Bemühungen, Ablenkung beim Autofahren zu vermeiden. Allerdings kann die ablenkende Wirkung eines Sprachsystems je nach Umsetzungsgüte und Leistungsfähigkeit der verwendeten Technik extrem variieren und sogar denkbar das Risikoniveau anderer Interaktionsformen übersteigen, wenn es z.B. zu vielen Fehlerkennungen kommt oder das Feedback auf Eingaben ablenkungsbezogen ungünstig gestaltet ist. Für die Bewertung der Performanz eines Sprachsystems konnte allerdings keine einzige verbreitete und umfassende Guideline identifiziert werden, und der Status der ursprünglich angekündigten Phase 3-Veröffentlichung der NHTSA zu diesem Thema ist weiterhin unbekannt. Angesichts der wachsenden Verbreitung von Sprachsystemen sollte zukünftig die ablenkungsarme Gestaltung dieser Art von Interaktionstechnologie sowohl theoretisch als auch durch empirische quantitative Untersuchungen näher betrachtet werden. Die so gewonnenen Erkenntnisse können und sollten anschließend in die Bewertung entsprechender Systeme sowie in sprachsystemspezifische als auch in allgemeine Guidelines des Typ I einfließen.

Einer der vermutlich dringlichsten weiterführenden Handlungsbedarfe besteht jedoch in einer fortgesetzten, fokussierten Bearbeitung eines der Kernprobleme der Verkehrssicherheitsforschung, nämlich der Formalisierung geeigneter Sicherheitsmaße und der Verknüpfung von Risikopotentialen zur realen Verkehrssicherheit. Dieses schon lange diskutierte Problem hat sehr konkrete Auswirkungen auf den Themenkomplex der

ablenkungsbezogenen Guidelines: Ein Großteil der Kontroversen rund um die Typ I-Guidelines bezieht sich auf die numerischen Akzeptanzkriterien (z.B. die zulässige kumulative Blickabwendungszeit), sowie deren Messung (s. Abschnitt 2.2.3 sowie 2.6.5). Tatsächlich kann zunächst der Umstand, dass alle Typ I-Guidelines mit quantitativen Grenzwerten vor allem das Blickverhalten thematisieren, kritisch betrachtet werden. Dass eine Blickabwendung von der Straße immer Risiken birgt, dürfte unstrittig sein: Selbst wenn vor der Blickabwendung vollständiges Situationsbewusstsein der Fahrer:innen vorgelegen hat, und diese ein verantwortungsbewusstes Kompensationsverhalten an den Tag legen, kann es im realen Straßenverkehr jederzeit zu spontan auftretenden Gefahrenereignissen kommen, auf die wegen des abgewendeten Blicks nicht oder zu spät reagiert werden kann. Allerdings ist das Blickverhalten letztlich nur ein Aspekt, und die erweiterte Berücksichtigung unter anderem von Variablen des Fahrverhaltens erscheint durchaus sinnvoll, auch um restriktive Forderungen besser verargumentieren zu können.

Hier stellt sich unmittelbar die Frage, welches prognostisches Sicherheitsmaß letztlich geeignet ist, um einen spürbaren Effekt auf die reale Verkehrssicherheit auszuweisen und sich folglich für die Festlegung von Richtwerten oder gar Ausschlussgrenzen für Guidelines eignet. Unfälle sind zwar ein augenscheinvalides Kriterium, allerdings in der Sicherheitsforschung aus verschiedenen Gründen schon länger kritisch betrachtet. Zunächst sind Betrachtungen von Unfallzahlen inhärent retrospektiv bzw. reaktiv – die Analyse kann erst beginnen, wenn Schäden bereits eingetreten sind, was allein aus ethischen Gründen bereits problematisch ist. Noch schwerwiegender ist allerdings der Umstand, dass Unfälle schon aus rein statistischen Gründen nicht immer gut geeignet sind, um als Sicherheitsmaß zu dienen: Sie treten (an der Gesamtfahrleistung eines betrachteten Kollektivs gemessen) vergleichsweise selten auf, können allerdings, wenn sie auftreten, Konsequenzen nach sich ziehen, die von leichtem Blechschäden über größere Materialschäden bis hin zu Personenschäden reichen können, was dem einzelnen Unfall ein entsprechendes Gewicht verleiht. Zudem bedeutet die statistische Seltenheit von Unfällen auch, dass es nur mit sehr großen Datenbeständen oder bei extrem gravierenden Auswirkungen eines untersuchten Aspektes auf die Verkehrssicherheit möglich ist, eine Kontraindizierung statistisch zu belegen. Es gilt hierbei zu bedenken, dass Unfälle immer multikausaler Natur sind (mindestens unmittelbarer Auslöser sowie unzureichendes Kompensationsverhalten), sodass eine Erhöhung des Unfallrisikos nicht automatisch zu massenhaften Unfällen führen muss. Ferner ist eine entsprechend detaillierte und entsprechend ausgerichtete Dokumentation bei der Aufnahme eines Unfalls unbedingte Voraussetzung für die Abschätzung, ob ein Unfall (auch) aufgrund von Ablenkung zustande gekommen ist, und wenn ja, aus welchen Quellen diese Ablenkung genau erwachsen ist. Gerade letzteres ist retrospektiv im Rahmen einer Unfalldokumentation allerdings oftmals nicht eindeutig festzustellen, und hängt auch stark von den unfallaufnehmenden Personen und deren Interpretation z.B. von Zeugenaussagen und Indizien ab. Wie in Abschnitt 2.6.5 bereits diskutiert, wird die Nutzung von im Alltag erhobenen Unfalldaten als Sicherheitsmaß zudem eben genau dadurch erschwert, dass national und international teils große Unterschiede in der Dokumentation von Unfällen und den dort angewendeten Definitionen u.a. von Ablenkung auftreten (Kinneer und Stevens, 2015). Dies ließe sich durch (auch) spezifisch auf derartige Forschungsfragen ausgelegte Natural Driving Studies (NDS) bzw. Field of Operations-Studien (FOT) adressieren, die hinsichtlich der Beantwortung von Verkehrssicherheitsfragen die valideste, weil realitätsnaheste Studienform darstellen. Allerdings sind diese Studienarten aufwändig und kostenintensiv, was insbesondere eingedenk der angesprochenen statistischen Eigenheiten von Unfällen und dem Bedarf an sehr großen Datenmengen ein reales praktisches Problem darstellt, selbst wenn man neben tatsächlichen Unfällen z.B. auch Beinaheunfälle in die Auswertung einbezieht. Auch wenn niederschwelligere Untersuchungssettings wie etwa Simulatorstudien weniger nah am realen Verkehrsgeschehen sind und folglich entsprechend sorgsam geplant und interpretiert werden müssen, können diese einen wertvollen Beitrag zur Erforschung von designbezogenen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit leisten. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Alternative darin bestünde, keine empirischen Daten zur Verfügung zu haben, etwa, weil eine großangelegte NDS-Studie mit entsprechender Ausrichtung auf absehbare Zeit nicht umzusetzen ist.

Die Anforderung, quantitative Grenzen in Guidelines nicht willkürlich und auch nicht allein nur anhand des Blickverhaltens einzupflegen, ist valide – eine Beschränkung darauf, dass am Ende nur unfallbezogene Metriken aussagekräftig genug für quantitative Forderungen in den Guidelines wären, ist es eingedenk der dargestellten Argumente jedoch nicht. In der Verkehrssicherheits-Forschung werden schon länger sogenannte Safety Surrogate Measures diskutiert, also alternative Maße zur Betrachtung von Unfallzahlen, die eine Abschätzung von Beeinträchtigungen der Verkehrssicherheit ermöglichen sollen und dabei zumindest einen Teil der oben

aufgeführten Probleme umgehen, wie etwa die Betrachtung (kritischer) Verkehrskonflikte (u.a. Tarko, 2018; Wang, Xie, Huang et al., 2021). Auch diese Surrogatmaße dürften absehbar nicht den Bedarf an auf Ablenkung spezialisierte und ausreichend dimensionierten empirischen Feldstudien ersetzen. Allerdings können sie im Kontext der ablenkungsbezogenen Guidelines für die wissenschaftlich fundierte Bestimmung von Richt- und Grenzwerten sowohl bei NDS/FOT-Studien, aber auch bei experimentelleren Studien einen wertvollen Beitrag leisten, ebenso wie die Inklusion von sicherheitsnäheren und vielfältigeren Messmethoden abseits der Blickabwendungserfassung. Hierzu müssen aber die entsprechenden Maße gesichtet, empirisch auf ihre Aussagekraft für die reale Verkehrssicherheit geprüft und letztlich vor allem in die Guidelines aufgenommen werden.

Ein weiterer Handlungsbedarf ergibt sich im Zusammenhang mit den durchaus zahlreich vorhandenen Guidelines vom Typ II: Diese beinhalten konkrete Gestaltungshinweise und -maßnahmen, mit denen die ablenkungsbezogene Performanz von Hard- und Software optimiert werden kann, und stellen somit in der Theorie ein wichtiges und für Expert:innen der HMI-Auslegung nützliches Instrument dar. Das Problem besteht hier vielmehr in der großen Zahl von oftmals auf Teilaspekte oder bestimmte Geräte- und Funktionsarten spezialisierte Guidelines. Dadurch liegt ein theoretisch großer, aber dezentraler Wissenskorpus vor, bei dem die in ihrem Anwendungsbereich zum Teil eng umrissenen Empfehlungen längst nicht so breit rezipiert und diskutiert werden (können) wie bei den Kriterienkatalogen vom Typ I. Es erscheint sinnvoll, diesen Wissensbestand zu sichten, zu formalisieren, in aggregierter und leicht nutzbarer Form aufzubereiten und fortwährend zu erweitern. Eingedenk dieser Anforderungen wäre die sinnvollste Maßnahme der Aufbau einer digitalen Wissensdatenbank, mit allen resultierenden Möglichkeiten wie etwa einer Schnellsuche und leichter Aktualisierung. Dies würde nicht nur für Praktiker:innen in der HMI-Gestaltung eine Erleichterung darstellen, sondern auch schlicht dafür sorgen, dass ablenkungsminimierende Gestaltungsmaßnahmen häufiger angewendet werden können. Aus diesem Grund erscheint ein solches Vorhaben, obgleich ebenfalls hinsichtlich des Aufwandes nicht zu unterschätzen, als sehr empfehlenswerte weiterführende Maßnahme.

## Literaturverzeichnis

AAM Alliance of Automobile Manufacturers (2003). Statement of principles, criteria and verification procedures on driver interactions with advanced in-vehicle information and communication systems. Washington, DC: Alliance of Automobile Manufacturers.

Akamatsu, Motoyuki (2008). *Japanese Approaches to Principles, Codes, Guidelines and Checklists for inVehicle HMI*, in: Regan, M.A., Lee, J.D., Young, K.L. (eds.), *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation*, Boca Raton, Florida: CRC Press.

Berger, M., Bernhaupt, R., & Pfleging, B. (2019, September). A tactile interaction concept for in-car passenger infotainment systems. In *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications: Adjunct Proceedings* (pp. 109-114).

Bischoff, D. (2007). Developing guidelines for managing driver workload and distraction associated with telematic devices. *SAE Paper*, (07-0082).

Braun, M., Broy, N., Pfleging, B., & Alt, F. (2019). Visualizing natural language interaction for conversational in-vehicle information systems to minimize driver distraction. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 13(2), 71-88.

Breitschaft, S.J., Clarke, S. and Carbon, C.-C. (2019) A Theoretical Framework of Haptic Processing in Automotive User Interfaces and Its Implications on Design and Engineering. *Front. Psychol.* 10:1470. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01470

Bubb, H., Bengler, K., Breuninger, J., Gold, C. & Helmbrecht, M. (2015). Kapitel 6: Systemergonomie des Fahrzeugs. In: Bubb, H., Bengler, K., Grünen, R.E. & Vollrath, M. Wiesbaden (Hrsg.). *Automobilergonomie*, Wiesbaden: Springer, S. 259-344

Buchhop, K., Edel, L., Kanaan, S., Raab, U., Böhm, P., & Isemann, D. (2017, September). In-Vehicle Touchscreen Interaction: Can a Head-Down Display Give a Heads-Up on Obstacles on the Road?. In *Proceedings of the 9th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 21-30).

Budiu, R. (2019). Tesla's touchscreen UI: A case study of car-dashboard user interface. Available at: <https://www.nngroup.com/articles/tesla-big-touchscreen/> (Accessed May 24, 2019).

Campbell, J. L., Brown, J. L., Graving, J. S., Richard, C. M., Lichty, M. G., Sanquist, T., & Morgan, J. (2016). Human factors design guidance for driver-vehicle interfaces. *Report No. DOT HS, 812(360)*, 252.

Debkaliuk, A. (2021). The biggest automotive HMI design challenges and how to solve them. Available at: <https://star.global/posts/automotive-hmi-design/> (letzter Aufruf: 06.03.2023)

Ehsani, J. P., Harbluk, J. L., Bärghman, J., Williamson, A., Michael, J. P., Grzebieta, R., ... & Guo, F. (2021). Naturalistic driving studies: An overview and international perspective. *International Encyclopedia of Transportation: Volume 7, Transport Psychology Transport Sustainability and Health. Vol. 7.*, 20-38.

Europäische Union (2008) Empfehlung der Kommission vom 26. Mai 2008 über sichere und effiziente bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme: Neufassung des europäischen Grundsatzkatalogs zur Mensch-Maschine-Schnittstelle. *Amtsblatt der Europäischen Union, 2008. (AktENZEICHEN K(2008) 1742)* (Abruf via <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008H0653>, letzter Aufruf: 21.03.2023)

Farooq, A., Evreinov, G., & Raisamo, R. (2019). Reducing driver distraction by improving secondary task performance through multimodal touchscreen interaction. *SN Applied Sciences*, 1(8), 1-14.

Forster, Y., Hergeth, S., Naujoks, F., Krems, J. F., & Keinath, A. (2020). Empirical validation of a checklist for heuristic evaluation of automated vehicle HMIs. In *Advances in Human Factors of Transportation: Proceedings of*



- 
- the AHFE 2019 International Conference on Human Factors in Transportation, July 24-28, 2019, Washington DC, USA 10 (pp. 3-14). Springer International Publishing.
- Gaffary, Y., & Lécuyer, A. (2018). The use of haptic and tactile information in the car to improve driving safety: A review of current technologies. *Frontiers in ICT*, 5, 5.
- Green, P. (2008). *Driver interface/HMI standards to minimize driver distraction/overload*. SAE International.
- Harvey, C., Stanton, N. A., Pickering, C. A., McDonald, M., & Zheng, P. (2011). In-Vehicle Information Systems to Meet the Needs of Drivers. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 27(6), 505–522. doi:10.1080/10447318.2011.555296
- Heinrich, C. (2015). Fighting driver distraction—recent developments 2013-2015. In *Proceedings of the 24th International Technical Conference on enhanced safety of vehicles (ESV); Paper nr. 15* (Vol. 359).
- Horn, H. P., & Gehlert, T. (2019). *Marktüberblick über technische Maßnahmen zur Vermeidung von Ablenkung*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.
- Hua, Z., & Ng, W. L. (2010, November). Speech recognition interface design for in-vehicle system. In *Proceedings of the 2nd international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications* (pp. 29-33).
- Japan Automobile Manufacturers Association (2004). *Guideline for In-vehicle Display Systems—Version 3.0*.
- Kim, K., Jeong, J. H., Cho, J. H., Kim, S., Kang, J., Ryu, J., & Lee, S. W. (2021). Development of a human-display interface with vibrotactile feedback for real-world assistive applications. *Sensors*, 21(2), 592.
- Kinnear, N., & Stevens, A. (2015). The battle for attention: Driver distraction—a review of recent research and knowledge.
- Klauer, S.G., Dingus, T.A., Neale, V.L., Sudweeks, J., Ramsey. The Impact of Driver Inattention on Near Crash / Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data. National Highway Traffic Safety Administration (2006).
- Klimczak, P., Huber, M., Beim Graben, P., & Wirsching, G. (2021). Eine Maschinensemiotische Petrinetz-Architektur für ein menschenzentriertes User-Interface. *Studentexte zur Sprachkommunikation: Elektronische Sprachsignalverarbeitung 2021*, 254-263.
- Korres, G., Chehabeddine, S., & Eid, M. (2020). Mid-air tactile feedback co-located with virtual touchscreen improves dual-task performance. *IEEE Transactions on Haptics*, 13(4), 825-830.
- Löcken, A., Sadeghian Borojeni, S., Müller, H., Gable, T. M., Triberti, S., Diels, C., ... & Boll, S. (2017). Towards adaptive ambient in-vehicle displays and interactions: Insights and design guidelines from the 2015 AutomotiveUI dedicated workshop. In *Automotive user interfaces* (pp. 325-348). Springer, Cham.
- Moreno, M., & Weddle, A. B. (2013). The value of Multimodal feedback in automotive user interfaces. *Immersion Corporation*.
- Murad, C., Munteanu, C., Clark, L., & Cowan, B. R. (2018, September). Design guidelines for hands-free speech interaction. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct* (pp. 269-276).
- Mühlbauer, C. (2019). *Entwicklung eines Vorgehensmodells für die Evaluation der Fahrzeug-HMI in frühen Phasen der Entwicklung*. Dissertation, Universitätverlag Ilmenau.
- Orphanides, A. K., & Nam, C. S. (2017). Touchscreen interfaces in context: A systematic review of research into touchscreens across settings, populations, and implementations. *Applied ergonomics*, 61, 116-143.

- Naujoks, F., Wiedemann, K., Schömig, N., Hergeth, S., & Keinath, A. (2019). Towards guidelines and verification methods for automated vehicle HMIs. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 60, 121-136.
- NHTSA (2013) Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices. Technical report 81. NHTSA.
- NHTSA (2016) Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for Portable and Aftermarket Devices. Technical report 233, NHTSA.
- NHTSA (2019) Visual-Manual Driver Distraction Guidelines. Test Procedures – Task Acceptance Testing Occlusion and Eye Glance Measurements Using Driving Simulator. Technical report. NHTSA.
- Parkhurst, E. L., Conner, L. B., Ferraro, J. C., Navarro, M. E., & Mouloua, M. (2019, November). Heuristic evaluation of A tesla model 3 interface. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 63, No. 1, pp. 1515-1519). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Ranney, T. A. (2008). Driver distraction: A review of the current state-of-knowledge. NHTSA. Report DOT HS 810 787.
- Ramnath, R., Kinnear, N., Chowdhury, S., & Hyatt, T. (2020). Interacting with Android Auto and Apple CarPlay when driving: The effect on driver performance. *IAM RoadSmart Published Project Report PPR948*.
- Regan, M. (2007). Driver distraction: Reflections on the past, present and future. In: I.J. Faulks, M. Regan, M. Stevenson, J. Brown, A. Porter & J.D. Irwin (Eds.). *Distracted driving*. Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety. Pages 29-73.
- Ross, T.; Midtland, K.; Fuchs, M.; Pauzie, A.; Engert, A.; Duncan, B.; Vaughan, G.; Vernet, M.; Peters, H.; Burnett, G. and May, A. (1996). *HARDIE Design Guidelines Handbook: Human Factors Guidelines for Information Presentation by ATT Systems*. Deliverable No. 20, HARDIE project, EC programme "Telematics Systems in the Area of Transport (DRIVE II), V2008.
- Schindhelm, R., Gelau, C., Keinath, A., Bengler, K., Kussmann, H., Kompfner, P., & Martinetto, M. (2004). *Report on the review of the available guidelines and standards* (Vol. 43). Technical report, IST-1-507674-IP.
- Schömig, N., Wiedemann, K., Hergeth, S., Forster, Y., Muttart, J., Eriksson, A., ... & Naujoks, F. (2020). Checklist for expert evaluation of HMIs of automated vehicles—discussions on its value and adaptations of the method within an expert workshop. *Information*, 11(4), 233.
- Simmons, Sarah M.; Caird, Jeff K.; Steel, Piers (2017). *A meta-analysis of in-vehicle and nomadic voice-recognition system interaction and driving performance*. *Accident Analysis & Prevention*, 106(), 31–43. doi:10.1016/j.aap
- Stevens, A., & Board, A.C., Allen, P. and Quimby, A. (1999). *A Safety Checklist for the Assessment of in-Vehicle Information Systems: Scoring Proforma* (Project Report PA3536-A/99). Crowthorne, UK: Transport Research Laboratory.
- Stevens, A., & Cynk, S. (2011). *Checklist for the assessment of in-vehicle information systems*. Transport Research Laboratory. Crowthorne: TRL. Retrieved from
- Stevens, A., Quimby, A., Board, A., Kersloot, T., & Burns, P. (2002). *Design guidelines for safety of in-vehicle information systems*. *TRL Limited*.
- Strayer, D. L., Cooper, J. M., McCarty, M. M., Getty, D. J., Wheatley, C. L., Motzkus, C. J., ... & Horrey, W. J. (2019). Visual and cognitive demands of carplay, android auto, and five native infotainment systems. *Human factors*, 61(8), 1371-1386.

- 
- Suzuki, Y., Kato, T., Yu, S., & Tsuneo, K. (2021). Recurrent-Neural-Network-Based Error Correction of Tapping Touchscreen in Nonstationary Vibrating Environment. *同志社大学ハリス理化学研究報告= The Harris science review of Doshisha University*, 61(4), 209-214.
- Tao, D., Zeng, J., Liu, K., & Qu, X. (2021). Effects of control-to-display gain and operation precision requirement on touchscreen operations in vibration environments. *Applied Ergonomics*, 91, 103293.
- Tarko, A. P. (2018). Surrogate measures of safety. In *Safe mobility: challenges, methodology and solutions* (Vol. 11, pp. 383-405). Emerald Publishing Limited.
- Trommler, D., Morgenstern, T., Wögerbauer, E. M., Naujoks, F., Krems, J. F., & Keinath, A. (2021). The box task-a method for assessing in-vehicle system demand. *MethodsX*, 8, 101261.
- Victor, T., Dozza, M., Bärghman, J., Boda, C. N., Engström, J., Flannagan, C., ... & Markkula, G. (2015). *Analysis of naturalistic driving study data: Safer glances, driver inattention, and crash risk* (No. SHRP 2 Report S2-S08A-RW-1).
- Young, R., & Zhang, J. (2015). Safe interaction for drivers: A review of driver distraction guidelines and design implications.
- Young, R. A. (2016). Evaluation of the total eyes-off-road time glance criterion in the NHTSA visual-manual guidelines. *Transportation research record*, 2602(1), 1-9.
- Wang, C., Xie, Y., Huang, H., & Liu, P. (2021). A review of surrogate safety measures and their applications in connected and automated vehicles safety modeling. *Accident Analysis & Prevention*, 157, 106157.
- Weller, G., & Schlag, B. (2002). Kriterien zur Beurteilung von Fahrerassistenzsystemen. BDP-Kongress für Verkehrspsychologie, Regensburg.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entscheidungsbaum des neu entwickelten Moduls der Checkliste.....	4
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Empfehlungen NHTSA Phase 2 (übersetzt aus: NHTSA, 2016) .....	17
Abbildung 3: Aufbau und Ablaufschema der Checkliste.....	35
Abbildung 4: Beispiel für Item- und Antwortformat der Module 1 und 2b.....	38
Abbildung 5: Entscheidungsbaum zur Bestimmung des Akzeptanzminimums einer Implementierung .....	42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines.....	19
Tabelle 1: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines (fortgesetzt) .....	20
Tabelle 1: Vergleichende Übersicht der Kriterien in den Typ I-Guidelines (fortgesetzt) .....	21
Tabelle 2: Leitfadenstruktur erstes Interview .....	27
Tabelle 3: Geltungs- und Ausschlussbereich der Checkliste .....	37
Tabelle 4: Eingabemedien und ablenkungsbezogene Aspekte .....	43
Tabelle 5: Beispiele für die Bestimmung von Akzeptanzgrenzen.....	44
Tabelle 6: Leitfadenstruktur zweites Interview .....	46

**ANLAGE A: Checkliste**

# **Checklist In-Vehicle HMI Distraction**

## Instructions

### Introduction

This document consists of a checklist for assessing in-vehicle HMI based on the NHTSA Visual-Manual Distraction Guidelines (2013)<sup>8</sup>. Additionally, it includes a module focused on assessing the implementation of a specific function of the HMI regarding its availability and medium of interaction from a safety standpoint (Module 2a). This assessment allows for informing implementation decisions during (re-)development, and evaluating the appropriateness of existing design solutions in a structured and comparable manner.

The checklist is a voluntary instrument for evaluating the interface design of the HMI in the car, and is intended to help manufacturers, suppliers and road safety experts to identify safety optimization potentials and ergonomically sound design choices. The basic principle and structure is based on the ESOP-based checklist by Stevens et al. (2011)<sup>9</sup>, while the specific questions were derived from and in accordance to the NHTSA guidelines. In contrast to both the original NHTSA publications and the ESOP checklist, the present checklist is divided into two separate modules: the first module is focusing on the properties of the physical devices relevant to using the assessed functions, while the second part consists of all questions regarding the implementation of specific functions, including aforementioned function implementation Module 2a. This structure was chosen to reflect the modern trend of integrating a high number of functions within the same centralised HMI-device (e.g. central touch display), instead of having dedicated devices for a singular function or small numbers of related functions. Module 2a can be used to either explore an appropriate prioritisation for a function during the planning and design phases of an HMI, or as a means to evaluate an already existing prototype or finalised solution (post-hoc).

### Scope and Limitations

The goal of the checklist is to offer a publicly available tool for designers and HMI experts to identify possible concerns with specific designs of (or design plans for) in-vehicle technology in cars with a maximum automation level of 2 or less (manual driving). It was designed to be as technology neutral as possible. Therefore, it has to consider the modern trend towards integrating a plethora of features and functions into centralised HMI-devices (i.e. central touch display), while still being applicable to more traditional single-purpose devices and even basic non-digital HMI-elements used to control driving-related functions of a car, like the lever for controlling the windscreen wiper. It was primarily designed to assess distraction potential of functions and devices related to the driving task, including the assessment of basic functions of controlling the car not typically associated with In-Vehicle HMI distraction potential assessment, like direction indicators or hazard light activation. However, it can also be used to assess functions not related to the driving task, like non-navigational infotainment functions.

Furthermore, the checklist can also be used to assess functions made accessible to the driver via a smartphone tethering solution like Android Auto, Apple Carplay or the Mirrorlink interface, as long as those functions are used within the in-vehicle input/output infrastructure.

Owing to the focus of the established NHTSA guidelines the checklist is based on, it is aimed at assessing interactions with technology while driving. The properties and distraction potentials of passive output of the vehicles HMI is therefore not part of the intended scope, and should not be evaluated using the checklist. For example, while interacting with the navigation system in order to enter a destination and choose a route is a task which merits assessment via the checklist, the information shown on the display while driving is not. More appropriate tools and checklists should be used to assess legibility, distraction potential of passive etc. Additionally, only functions and devices used while driving should be assessed using the checklist. Functions and features which are exclusively used while standing (e.g. opening the petrol cap cover, folding down rear seats) are not to be examined using the checklist either.

---

<sup>8</sup> NHTSA (2013) Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices. Technical report 81. NHTSA.

<sup>9</sup> Stevens, A., & Cynk, S. (2011). Checklist for the assessment of in-vehicle information systems. Transport Research Laboratory. Crowthorne: TRL.

## Instructions

Table 1 provides an overview of functions included (or excluded) from assessment using this checklist.

**Table 1 Scope of the checklist**

Core scope	<p>Functions related to the driving task</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ Functions related to primary driving tasks<ul style="list-style-type: none"><li>○ steering, accelerating / braking, keeping distance, navigation</li></ul></li><li>→ Functions related to secondary driving tasks<ul style="list-style-type: none"><li>○ e.g. warning signals (horn, headlight flasher), indicator usage, lights-related functions (headlight, dim light, full beam etc.), switching gears, windscreen wiper, (de-)activation and adjustment of assistive functions (ACC, lane departure assistant, etc.)</li></ul></li></ul>
Extended scope	<p>Functions without relation to the driving task</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ Functions related to tertiary tasks (legal while driving)<ul style="list-style-type: none"><li>○ e.g. AC adjustment, adjusting windows / sunroof, radio and (legal) multimedia applications, communication functions (legal)</li></ul></li></ul>
Excluded	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Functions not intended for active use while driving<ul style="list-style-type: none"><li>○ e.g.: folding down rear seats, opening car boot</li></ul></li><li>→ Functions which cannot be used legally while driving<ul style="list-style-type: none"><li>○ e.g. watching TV or online Streams (Germany), mobile phone usage without using a tethering solution (Germany)</li></ul></li><li>→ Functions on a device not part of (or integrated into) the in-vehicle infrastructure<ul style="list-style-type: none"><li>○ e.g. mobile navigation devices not fixated in a mount, handheld entertainment devices</li></ul></li></ul>

## Instructions

### Setting

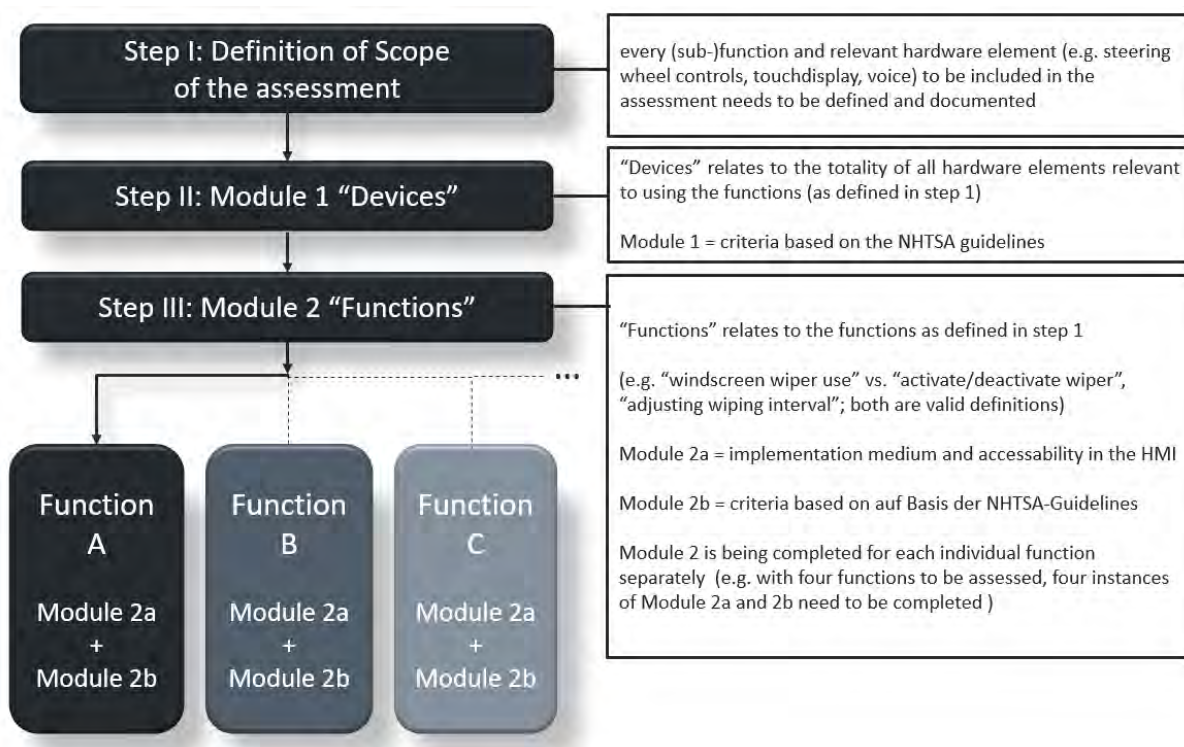
The checklist is an expert evaluation instrument, meaning that familiarity with basic ergonomics and road safety principles as well as the NHTSA guidelines and especially the associated measurement procedures is highly advised. Furthermore, the authors agree with Stevens and Cynk (2011) that checklist assessment should be completed by at least two experts, if possible, to allow for cross-checking and the building of a consensus.

The checklist can be completed in different examination settings (e.g. mockup prototype, stationary testing, simulator test, test drive, field study in real traffic conditions). If possible, it is advised to follow the approach of Naujoks et al. (2019) and conduct the assessment while driving, with one assessor driving and interacting with the relevant systems and functionalities while one or more additional assessor(s) fill(s) in the protocol, with all assessors building a consensus afterwards. However, if such a test setting is not feasible or viable, it can also be used in more stationary setting or even for the evaluation of mock-up prototypes. If a certain function is not (fully) available in a being stationary or prototype testing setting, every item of the checklist includes a "subject to clarification" box that can be checked to indicate need for a later completion of the assessment under the necessary circumstances.

### Using the Checklist

The assessment process using the checklist consists of completing three Steps, with a concluding assessment summary via an overview sheet. First, the scope of the assessment needs to be defined regarding the functions and devices to be included. The devices are assessed using 11 items based on the hardware-related criteria of the NHTSA distraction guidelines. Then, every function included is assessed using modules 2a and 2b separately.

Below are the steps necessary to complete the assessment itself, and a description of every step.



#### Step 1: Definition of assessment scope



## **Instructions**

The assessors first need to define the scope and limitations of the assessment in regards to which functions are to be examined, and which devices and hardware components are relevant in that context. This is important because in order to design the checklist as technology neutral and universally applicable as possible to a wide range of devices and functions, a rigid definition of how broad or narrow the terms “functions” and “devices” are to be understood was avoided intentionally.

### ***Definition of functions to be assessed***

At first, the assessors need to document which functions that can be used during driving are subject to the intended assessment. Functions should be defined with the concept of tasks in mind, and it is highly advised to only group several different functions into the same assessment if there is a logical connection between them. For example, grouping several functions of the navigation system (e.g. destination choice, specifying route parameters, starting navigation) or combining different subfunctions of windscreen wiper usage (de-/activate, set wiping interval) can be combined into one higher-level “function” definition, while mixing windscreen wiper-related functions with ADAS-parameter changes and indicators control into the same application of the checklist is not advisable.

It is to be noted that due to the basic approach of the checklist (concern based), there is no difference between a more high-level definition of a function (e.g. “windscreen wiper use”, which consists of several sub-functions) and a low-level definition, which would lead to every sub-function (“activate wiper”, “choose wiping interval” etc.) being treated as a separate function and separately rated in Step III. In effect, both approaches should lead to the same consequences: If there is a concern with one of the sub-functions, it will also arise if all subfunctions are treated as a high-level function and assessed in parallel. However, to ensure transparency and later comparability across development steps or systems, correct and precise documentation of the definitions applied is necessary.

### ***Definition of devices to be assessed***

After all functions to be included are defined and documented, the assessors need to define the scope for the devices to be evaluated. To do so, they need to list every device and hardware element that is involved in the interaction of the driver with the HMI when using the functions specified beforehand. The goal is to define the entirety of all devices and hardware elements the driver interacts with when using one or more of specified functions.

If one or more of the functions to be assessed are provided via a smartphone tethering solution (e.g. Android Auto, Apple Carplay, Mirrorlink), all in-vehicle hardware and devices used in those interactions are to be included in the “device” conglomeration, while the smartphone itself is not to be included.

Typically, most functions in modern cars can be accessed and used via alternative input methods (buttons on the steering wheel, touchscreen display, voice-based etc.). For the purposes of the intended evaluation, all hardware systems of all available interaction options need to be included into the devices list. From this point onwards, every time the checklist mentions “devices”, it refers to the totality of all devices and hardware elements specified here. A sufficient familiarity with the HMI system and all alternatives to access the relevant functions is necessary in order to avoid overlooking relevant hardware elements.

## **Step 2: Module 1 Devices**

*Module 1 can be skipped entirely, if the device group defined in step 1 already was evaluated during a prior assessment session. This can happen if the reason for the assessment is not the introduction of new*

## Instructions

hardware or interaction concepts, but rather a software update adding or changing functionalities without changing the hardware side of the HMI, making a repeated assessment of the devices group unnecessary.

After the assessment scope is defined, the defined device group is to be assessed according to ten principles based on the according paragraphs from the NHTSA-Guidelines. The answering format for each principle is based on the checklist by Stevens & Cynk (2011), with additions based on the approach applied by Naujoks et al. (2019)<sup>10</sup> for their checklist for HMI in automated driving. An example can be seen below.

<b>1. No part of any of the physical devices, when mounted in the manner intended by the manufacturer, should obstruct a driver's view of the roadway. (NHTSA 2013 A1)</b>					
Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

Every criterion in this module has a reference to the respective paragraph of the NHTSA guidelines. The assessors have to document whether the device group prompts no concerns, minor concerns or major concerns regarding the guideline aspect in question.

- “Concerns: none” should be ticked if the respective principle is fully adhered to, and there is no concern that the respective aspect of the device could impair safe driving for most drivers
- “minor concerns” should be ticked if the respective criterion is only partially adhered to AND/OR there is a concern that safety could be compromised for some drivers under specific conditions
- “serious concerns” should be ticked when the respective principle is not adhered to at all AND/OR this aspect of the device is likely to pose either a safety risk of significant severity and/or for a significant percentage of drivers

For every minor or major concern identified, the assessors should document their comments or reasoning at the “concern description” section of each principle, allowing for further examination of potential optimisation needs. This description should also include which device in the device group specifically raised the concern.

<sup>10</sup> Naujoks, F., Wiedemann, K., Schömig, N., Hergeth, S., & Keinath, A. (2019). Towards guidelines and verification methods for automated vehicle HMIs. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 60, 121-136.

## Instructions

It is important to note that every principle needs to be checked for **every device** that was included in the “devices” list during Step 1. For example, the first principle

*“1. No part of any of the physical device, when mounted in the manner intended by the manufacturer, should obstruct a driver’s view of the roadway”*

should be checked for every device included in the list, before continuing with second principle. If ANY of the devices in the device group prompts one or more concerns regarding the principle, the appropriate box should be checked and the identified concern(s) detailed in the box below. If more than one device prompts one or more concerns, all those devices and the respective concerns should be documented. If both minor and major concerns are identified, both boxes should be checked.

If a principle is not applicable to any of the devices in the device group, the respective box should be ticked. This can, for example, happen if the device group does not include any hardware which gives visual feedback to the driver and / or has no display to begin with, like a lever at the steering wheel or haptic buttons.

Furthermore, if a certain criterion cannot be checked without further measures which cannot be taken during the current assessment session, the box “subject to clarification” should be checked, and the respective principle should be noted in the “Further examinations / measurements needed” section of the summary sheet. This mainly concerns principles where standardised measurement procedures need to be applied in order to adhere to the NHTSA-guidelines, e.g. measurement of “eyes off the road” times using standardised measuring procedures.

Further references regarding the criterion (e.g. additions from other guidelines included in the item, measurement instructions etc.) can be found under specific items. The respective box can also be used to include personal references or notes regarding the criterion.

After every item in Module 1 was processed for the device group, step 2 is completed.

### Step 3: Module 2 Function

In contrast to Module 1, Module 2 is completed for every function specified in Step 1 individually. If there are four functions (as specified in step 1) to be assessed, four Module 2 protocols need to be completed.

Every function assessment starts with describing the task for which the function is used by answering four questions: the cause of function usage, its time-criticality, its frequency and if the function might also be used only or typically in situations considered inherently complex. When all questions are answered, the acceptable threshold for implementation options (sorted by amount of distraction expectable from the respective concepts) can be determined by following the provided decision tree (see detailed instructions provided as part of Module 2a). When the acceptance threshold is marked, all actual and / or planned implementations can and should be checked against that threshold.

After answering two concluding questions in Module 2a, assessment of the function should proceed to module 2b, which again consists of principles derived from NHTSA Phase 1 – Guidelines, and follow the same logic and format described for in Step 2 (“Devices” module).

The process described under Step 3 is then repeated for each function specified as being part of the assessment scope, until all functions were assessed accordingly.

## **Instructions**

### **Step 4: Completing the summary sheets**

After all functions were assessed using module 2, the assessment session is concluded by completely filling in the provided summary sheets. Every minor and serious concern that arose during assessment should be listed in the respective sections, and every item marked “subject to clarification” for the device group or specific functions should be documented, including comments and recommended measures.

If there were any minor or major concerns identified during the assessment, it is recommended to use the approach proposed by Stevens & Cynk (2011) and perform a second-level assessment by reviewing number, type and existence of any relationship between the minor concerns. The presence of a serious concern can be a clear hint that the design of the assessed HMI is inappropriate from a safety standpoint; however, an accumulation of minor problems can also lead assessors to the conclusion that the system compromises driver safety to an unacceptable degree.

## Overview Sheet

Assessment ID	Please assign a unique ID to the assessment session:
Assessors:	
Date:	

### System under assessment

Skip non-applicable

Vehicle Make and Model	
Product Name(s) and Version(s)	
Manufacturer / Supplier	
Build Status (e.g. prototype, production)	
Driver Group considered during assessment	
Additional Information	

## Overview Sheet

Please write down the unique IDs of prior assessments relevant to this assessment session (i.e. past assessments of functions / devices or prior versions of those included here) (last iteration suffices)

Relevant prior assessments	
ID	Content (Assessed Devices / Functions

Please write down every function of the HMI that is to be assessed within the scope of this session.

Functions to be included in assessment	
Function	Devices relevant to the function (input / output)
1.	
2.	
3.	
4.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

## Overview Sheet

Please write down every hardware device (input /output) of the HMI that can be used to access and use the functions defined above, and is therefore to be assessed within the scope of this session.

<b>Overview Devices to be included in assessment (from above)</b>	
1.	6.
2.	7.
3.	8.
4.	9.
5.	10.

**Module 1: Devices**

**1. No part of any of the physical devices, when mounted in the manner intended by the manufacturer, should obstruct a driver's view of the roadway.**

(NHTSA 2013 V. A1)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input checked="" type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**2. No part of any of the physical devices, when mounted in the manner intended by the manufacturer, should obstruct a driver's view of any vehicle controls or displays required for driving. (NHTSA 2013 V. A2)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input checked="" type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**



**Module 1: Devices**

**3. Every device should be in a location that is easy to see and/or reach (as appropriate) while driving. (NHTSA 2013 V. B, Stevens & Cynk, 2011)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input checked="" type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					

**Further References:**

Stevens & Cynk, 2011: *All controls needed when driving can be reached from the normal driving position. Stretching or leaning is not required. Awkward arm or body positions are not required.*

**4. Each device’s display(s) should be mounted in a position where the downward viewing angle, measured at the geometric center of each active display area, is less than at least one of the following two angles:**

• *The 2D Maximum Downward Angle, or* • *The 3D Maximum Downward Angle* (NHTSA 2013 V. C)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input checked="" type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					

**Further References:**

NHTSA (2013) chapter V C. (pp. 253 ff.) for measuring method |  
SAE Recommended Practice J941 “Motor Vehicle Drivers’ Eye Locations” (2010)

**Module 1: Devices**

**5. Visual displays that present information relevant to the driving task and/or visually intensive information should be laterally positioned as close as practicable to a driver's forward line of sight. (NHTSA 2013 V. D)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**6. All devices should not produce sound levels likely to mask warnings either from within or from outside the vehicle, or that cause distraction. All devices' sound level control should demonstrate their ability to adjust sound levels down to a fully muted level. (NHTSA 2013 V. H)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**Module 1: Devices**

**7. All devices should allow a driver to maintain at least one hand on the vehicle's steering control. All tasks that require manual control inputs (and can be performed with the device while the vehicle is in motion) should be executable by a driver in a way that meets all of the following criteria: (NHTSA 2013 V. I)**

When manual device controls are placed in locations other than on the steering control, no more than one hand should be required for manual input to the device at any given time during driving

When device controls are located on the steering wheel and both hands are on the steering wheel, no device tasks should require simultaneous manual inputs from both hands.

A driver's reach to the devices controls should allow one hand to remain on the steering control at all times

Reach of the whole hand through steering wheel openings should not be required for operation of any device controls

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--

Concern Description:	
-------------------------	--

**Further References:**

**Module 1: Devices**

**8. Devices providing non-safety-related information should provide a means by which the device can be turned off or otherwise disabled.**

**All devices providing dynamic (i.e., moving), non-safety-related visual information should provide a means by which that information cannot be seen by the driver. All devices visually presenting dynamic non-safety-related information should make the information not visible by the driver through at least one of the following mechanisms: (NHTSA 2013 V. L1 & L2)**

- a. Dimming the displayed information,
- b. Turning off or blanking the displayed information,
- c. Changing the state of the display so that the dynamic, non-safety-related information cannot be seen by a driver while driving, or
- d. Positioning or moving the display so that the dynamic, non-safety-related information cannot be seen while driving

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--

Concern Description:	
-------------------------	--

**Further References:**

--

**Module 1: Devices**

**9. Information about current status and any detected malfunction within the devices that is likely to have an adverse impact on safety should be presented to the driver.**  
(NHTSA 2013 V. N)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

**10. Every device should clearly distinguish between those aspects of the device that are intended for use by a driver while driving, and those aspects (e.g., specific functions, menus, etc.) that are not intended to be used while driving.**  
(NHTSA 2013 V. M)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

**Module 1: Devices**

**11. The following electronic device tasks are recommended for per se lock out and should always be inaccessible by the driver while driving. (NHTSA 2013 V. F)**

1. *Device functions and tasks not intended to be used by a driver while driving.*
2. *Manual Text Entry. Manual text entry by the driver for the purpose of text-based messaging, other communication, or internet browsing.*

**The following electronic device tasks are recommended for per se lock out and should always be a) inaccessible to the driver while driving and b) inaccessible for usage by a passenger if the related display is within view of the driver properly restrained by a seat belt:**

3. *Video-based entertainment, video-based communication and all other non-driving related video types*
4. *Displaying non-video graphical images except those specified in the NHTSA Guideline (driving-related, automatically vanishing upon task completion)*
5. *Automatically scrolling text*
6. *Display text not related to the driving task (e.g. books, newspapers, social media and web content) or exceeding the acceptable amount determined by the NHTSA task acceptance protocol*

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
Concern Description:					

**Further References:**

NHTSA (2013) chapter V F. (pp. 256 ff.)

## MODULE 2a: Function Implementation ( \_\_\_\_\_ )

Please evaluate the function regarding the context and typical trigger of usage. To do this, first answer the following questions regarding the typical cause and circumstances of function usages.

Please fill out the following checklist module separately for each function assessed.

### **Q1: Is the function used only due to a voluntary decision by the driver, or due to external factors relevant to the driving task?**

*voluntary:*

e.g. switching to another music album, adjusting the air conditioning, answering a phone call

*external / environmental factors relevant to the driving task:*

e.g. windscreen wipers due to rain, approaching another car / an obstacle on the road, signalling when turning, adding an intermediate destination in the navigation system

external cause relevant to the driving task

voluntary decision

### **Q2: Is it important that a timely reaction to the cause for function use occurs? If yes, is it safety-critical that the reaction occurs as immediate as possible, or is a timeframe of several seconds after the motivating event acceptable?**

*No timely reaction needed: e.g. adding a gas station to the navigation after gas light lights up; switching the radio channel*

*Timely reaction necessary: e.g. adjusting speed limiter of cruise control system when approaching a speed limit sign*

*Immediate reaction necessary: e.g. braking, using windscreen wipers, activating hazard lights*

no immediate function use needed

yes, a timely (but not immediate) function use is needed

yes, an function use is immediately needed

### **Q3: Is function use (also) necessary in driving situations that are demanding in nature (e.g. approaching or crossing intersections, bad weather conditions, motorway access).**

yes

no

### **Q4: How often will the function be used on average while driving?**

*Rarely: e.g. on average not more than once during twenty minutes of driving, only under specific circumstances like bad weather*

*Frequently: e.g. more than once during twenty minutes of driving, under most driving conditions*

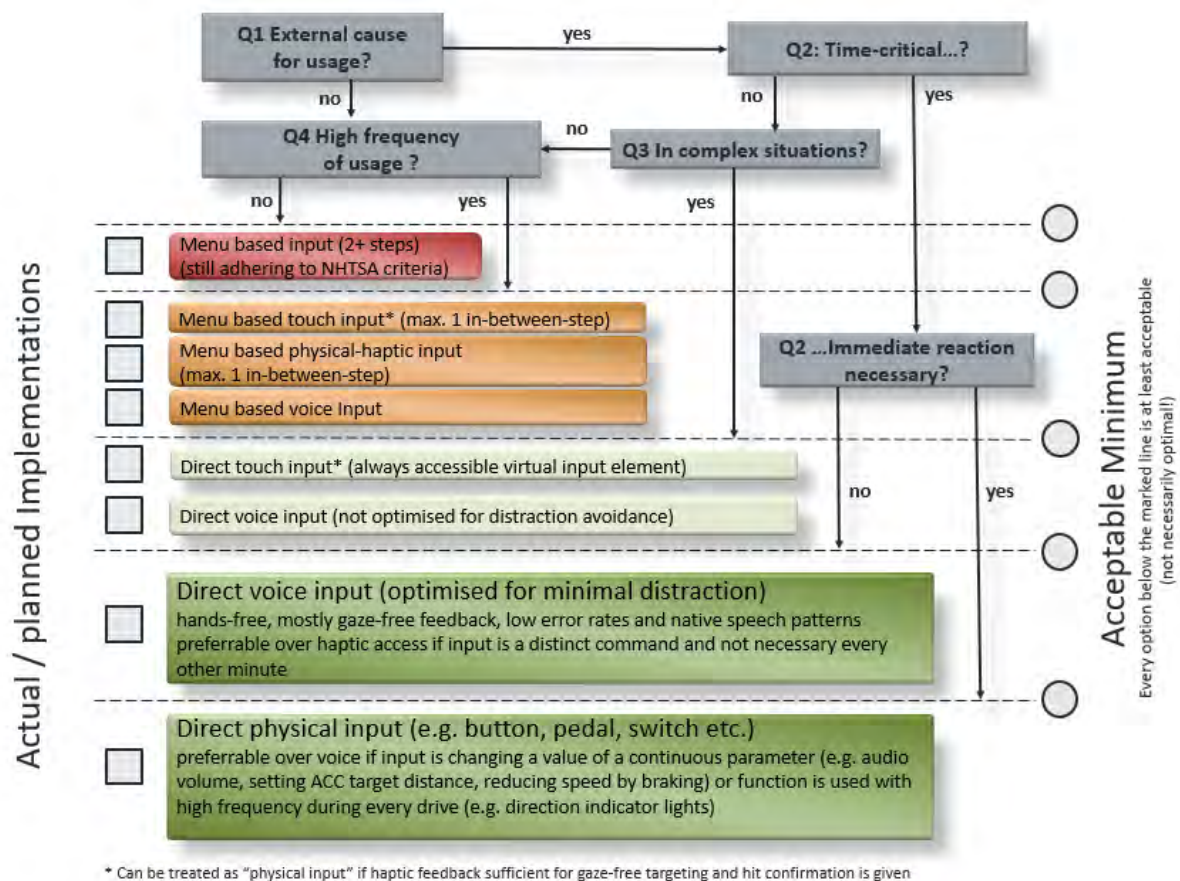
rarely

frequently

## MODULE 2a: Function Implementation ( \_\_\_\_\_ )

After answering all four questions, please use the following flowchart to determine the acceptable minimum of the function regarding its implementation (accessibility, medium). The proposed categories of implementation are sorted after conceptual distraction implications, from highest distraction risk on top to least distraction risk at the bottom. For example, implementing the function in a way that it can be accessed via a single verbal input into a standard speech recognition system (lower light green box) is typically considered less distracting than a touch access where the user has to navigate through a menu more than one step deep to access a function (red box).

After determining the minimum acceptable implementation option by following the decision diagram, please mark the respective acceptance threshold by checking the corresponding circle to the right of the diagram. Every option below the marked threshold is to be considered potentially acceptable regarding ease of access and medium.



Next, document all implementation options that were in fact used or are planned to be used, by checking the corresponding boxes to the left of the specific categories. Please mark every implementation option that is available / planned for accessing the function. For example, if a function can be accessed and used either by voice command or via the touchscreen monitor, both options should be marked accordingly in the implementation column. As a result, all realised / planned implementations can be compared to the acceptance threshold determined from the flowchart. The presence of any implementation higher (i.e. more distracting) than the proposed minimum implementation advice should be considered relevant for further examination. Please continue by answering the following questions.



**MODULE 2a: Function Implementation ( \_\_\_\_\_ )**

**12. Are one or more of the real / intended implementation options for the function of a category that is located above the determined acceptance threshold in the flowchart?**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					

**13. Are all input elements that can be used to access and use the function designed in a way that finding and operating them is as easy and least error prone as possible?**

I.e. are physical input devices distinct, easy to find and operate? Are virtual buttons sufficiently easy to detect and big enough, and therefore easy to hit? Are the voice commands (if any) easy to memorize and sufficiently well recognised by the system?

Please specify which input elements (if any) invoke concerns in the “problem description” section, and in what way their specific properties could be cause for concern.

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					

**Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )**

Please fill out the following checklist module separately for each function assessed.

<p><b>14. Visually presented text during function use should meet the legibility recommendations contained in ISO International Standard 15008:2003 (or newer)?</b> (NHTSA 2013 V. E)</p>					
Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<p><b>Further References:</b> ISO 15008:2017 “Road vehicles – Ergonomic aspects of transport information and control systems – Specifications and compliance procedures for in-vehicle visual presentation.”</p>					

<p><b>15a. Multi-step function use should not require uninterruptible sequences of visual-manual interactions by a driver. A driver should be able to resume an operator-interrupted sequence of visual-manual interactions with a device at the point of interruption or at another logical point in the sequence. (NHTSA 2013 V. J)</b></p> <p><i>(If function use is always single-step, choose “not applicable” and skip Items 15b-15e)</i></p>					
Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<p><b>Further References:</b></p>					

Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )

**15b. No system-initiated loss of partial driver input (either data or command inputs) should occur automatically during multi-step function use, with the exception below.**

*Devices may revert automatically to a previous or default state without the necessity of further driver input after a function specific time-out period, provided:*

*a. It is a low priority device state (one that does not affect safety-related functions or way finding), and*

*b. the state being left can be reached again with low driver effort. In this context, low driver effort is defined as either a single driver input or not more than four presses of one button.*

(NHTSA 2013 V. J1 & J5)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	subject to clarification <input type="radio"/>	not applicable <input type="radio"/>
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--

Concern Description:	
-------------------------	--

**Further References:**

--

Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )

**15c. Drivers should be able to initiate commands that erase driver inputs during multistep function use.**

(NHTSA 2013 V. J2)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

**15d. A visual display of previously-entered data or current device state should be provided to remind a driver of where the task was left off.**

**If feasible, necessary, and appropriate, the device should offer to aid a driver in finding the point to resume the input sequence or in determining the next action to be taken. Possible aids include, but are not limited to:**

- a. A visually displayed indication of where a driver left off,
- b. A visually displayed indication of input required to complete the task, or
- c. An indication to aid a driver in finding where to resume the task.

(NHTSA 2013 V J3 & J4)

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
Concern Description:					
<b>Further References:</b>					

Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )

**15e. This subsection 15 is not applicable to device output of dynamically changing data. The system should control the display of information related to dynamic events that are not within the driver’s direct control (e.g., distance to the next turn) (NHTSA 2013 V. J6)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**16a. All system responses (e.g., feedback, confirmation) following driver input should be timely and clearly perceptible when using the function. As a “best practice,” the maximum device response time to a device input should not exceed 0.25 seconds. The measurement of this time should begin starting at the completion of the driver’s control input. (NHTSA 2013 V. K1 & K2)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )

**16b. If system response times during function use exceeds 2.00 seconds, a clearly perceptible indication should be given indicating that the system is responding. Again, the measurement of this time should begin starting at the completion of the driver's control input. (NHTSA 2013 V. K.3)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**16c. All output devices' responses are clearly perceptible if it is obvious to the driver that a change has occurred in the device and that this change is the consequence of the input. If this change in the device resulting from an input is not always the same but depends on one or more previous inputs, it would be advisable to offer help (i.e., provide help if requested by the driver). (NHTSA 2013 V. K.4)**

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**

**Module 2b: Function Assessment ( \_\_\_\_\_ )**

**17. A function requiring multiple inputs before completion that diverts a driver’s visual attention from the primary driving task to the point it does not conform with one of the task acceptance methods contained in NHTSA Phase 1 Section VI, should be optimised in its implementation accordingly or locked out while driving. A function (single or multiple inputs) should never divert the visual attention of the driver for more than two seconds per gaze (average), or be locked out.** (adapted, based on NHTSA 2013 V. G)

Please choose which method was used to measure task acceptability for this function, and mark every criterion that was successfully fulfilled. If no standardised task acceptance test has been conducted yet, please check “subject to clarification”.

Eye Glance Measurement using Driver Simulator Testing (conducted according to NHTSA specifications):

no more than 15% (rounded up) of glances were >2.0 seconds

mean glance duration was 2.0s or less

the sum of durations of glances was less or equal 12 seconds

-----

Occlusion Testing (conducted according to NHTSA specifications):

Total Shutter Open Time was 12 seconds or less

-----

Other task acceptance method:

Results:

Concerns:	<input type="radio"/> none	<input type="radio"/> minor	<input type="radio"/> serious	<input checked="" type="radio"/> subject to clarification	<input type="radio"/> not applicable
-----------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---	--------------------------------------

Concern Description:	
----------------------	--

**Further References:**





**DEVICES**

Serious Concerns and Reasons:

Minor Concerns and Reasons:

Additional Comments / Recommendations:

**Functions**

Serious Concerns and Reasons:

Minor Concerns and Reasons:

Overall Assessment:



**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.**  
Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [berlin@gdv.de](mailto:berlin@gdv.de)