

Evaluationswerkzeuge für Bedienkonzepte von Fahrzeug- Cockpits

In der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik
der Universität der Bundeswehr München
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)
eingereichte Dissertation

vorgelegt von
Diplom-Ingenieur Matthias Müller

Promotionsausschuss

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Emmerling

1.Berichterstatter: Prof. Dr. Färber

2.Berichterstatter: Prof. Dr. Bubb

Tag der Prüfung: 02. Juni 2004

Neubiberg, den 03. Juni 2004

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 1: EINLEITUNG	4
1.1. DIE ENTWICKLUNG VON PRINZIPIEN ZUR VERKEHRSSICHERHEIT VON FAHRZEUGINFORMATIONSS- UND KOMMUNIKATIONSSYSTEMEN	7
KAPITEL 2: LÖSUNGSANSÄTZE	10
2.1. EC STATEMENT OF PRINCIPLES	10
2.2. ENHANCED SAFETY OF VEHICLES (ESV)	12
2.3. IHRA- WORKING GROUP ON INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS (ITS)	13
2.4. SAFETY CHECKLIST	22
<i>Beschreibung der Bewertungssituation</i>	22
<i>Eingehende Bewertung der ersten Stufe</i>	23
<i>Zusammenfassender Bericht der zweiten Stufe</i>	24
2.5. SAE J2364 „15-SECOND RULE“	24
<i>Die Messung der statischen Bedienzeit</i>	25
<i>Nachweisforderung</i>	25
2.6. MMI – PRÜFLISTE DES FRAUNHOFER INSTITUTS	26
<i>Prinzip des Bewertungsverfahrens MMI-Prüfliste</i>	27
<i>Gerätespezifikation</i>	28
<i>Aufgabenbeschreibung</i>	28
<i>Kriterienformulierung und Wertebereiche</i>	29
<i>Beantwortung der Prüffragen</i>	31
<i>Bewertungsergebnis des MMI-Prüfverfahrens</i>	31
2.7. RESPONSE.....	33
<i>Struktur der RESPONSE Checkliste</i>	34
<i>Evaluationskonzepte in RESPONSE</i>	37
<i>Nutzung der RESPONSE Checkliste im Entwicklungsprozess</i>	39
<i>Evaluation der Checkliste und Ergebnisse</i>	42
2.8. HASTE.....	43
KAPITEL 3: ANFORDERUNGEN AN EIN EVALUATIONSSYSTEM FÜR BEDIENELEMENTE	45
3.1. GENERELLE ANFORDERUNGEN UND ABGRENZUNG VON BESTEHENDEN SYSTEMEN.....	45
3.2. BEWERTUNGSKRITERIEN	47
3.3. GEWICHTUNGEN.....	51
3.4. NUTZERKREIS.....	52
KAPITEL 4: NICE – DIE GESTALTUNG NACH KRITERIEN DER SOFTWAREERGONOMIE	54
4.1. DIE STRUKTUR VON NICE	55
4.2. DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER PROGRAMMSCHRITTE	57
<i>Startseite</i>	57
<i>Systemauswahl</i>	58
<i>Funktionenauswahl</i>	59
<i>Auswahl der Bewertungskriterien</i>	60
<i>Gewichtung der Bewertungskriterien</i>	60
<i>Bewertung der Funktionen</i>	61
<i>Auswertung</i>	63
<i>INFO</i>	65
4.3. DIE HILFE IN NICE.....	66
<i>Übersicht der NICE- Hilfe</i>	66
<i>Operationalisierung der Kriterien zur Bewertung von Bedienelementen</i>	66
<i>Gewichtungsfaktoren</i>	73
4.4. EVALUATION VON NICE.....	75

<i>Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens</i>	75
<i>Ergebnisse der Beurteilung von NICE</i>	92
KAPITEL 5: NICE2	93
5.1. ANFORDERUNGEN AN NICE2 (KONZEPTION).....	93
5.2. ENTWICKLUNGSSTUFEN	93
<i>Einführung von Steps</i>	93
<i>Phasenlösung</i>	94
<i>Bewertungskriterien in NICE2</i>	97
5.3. GRAFISCHE STRUKTUR NICE2.....	99
5.4. BESCHREIBUNG DER PROGRAMMSCHRITTE.....	100
<i>Primärbewertung</i>	102
<i>Phasenbewertungen</i>	107
<i>Auswertungsübersichten in NICE2</i>	109
5.5. DIE HILFE IN NICE2	116
<i>Inhalte der NICE2-Hilfe :</i>	116
<i>Operationalisierung der Kriterien in NICE2</i>	116
<i>Kriterien der Primärbewertung</i>	116
<i>Kriterien zur Bewertung der Menüstruktur</i>	121
<i>Kriterien zur Bewertung der Bedienelemente</i>	126
<i>Gewichtungsfaktoren</i>	130
5.6. EVALUATION VON NICE2	132
<i>Beurteilung des NICE2-Prüfverfahrens</i>	132
<i>Evaluierung mit Nicht-Ergonomen</i>	142
KAPITEL 6: ERGEBNISSE UND FOLGERUNGEN	146
KAPITEL 7: ZUSAMMENFASSUNG	150
<i>Ein Ausblick zur Bewertung von Schnittstellen der Zukunft</i>	153
KAPITEL 8: ABBILDUNGSVERZEICHNIS	154
KAPITEL 9: LITERATURVERZEICHNIS	155

Kapitel 1: Einleitung

Wir steigen ein.

Ins Jahr 1960 und zwar in einen Volkswagen "Käfer".

Die revolutionäre Veränderung: Der Wagen erhält erstmals einen Blinker mit Hebel am Lenkrad. Aber das war es dann auch schon fast mit den Bedienelementen im Cockpit des meist verkauften Automobils der damaligen Zeit. Ein „Display“ informierte den Fahrer über seine aktuelle Geschwindigkeit und die Gesamtkilometer seines Fahrzeugs. Weitere Interaktionsmöglichkeiten hatte er für Licht, den Scheibenwischer, die Warnblinkanlage, die Hupe und die Heizung. Eine seltene Sonderausstattung war ein Radio mit Display für den aktuellen Sender sowie zwei Bedienelemente für Lautstärke und Sendersuche. Ansonsten konnte sich der Fahrer ganz auf seine eigentliche Aufgabe konzentrieren: Das Führen seines Automobils durch den Straßenverkehr.

Das Infomobil

Vierzig Jahre später stehen wir an einer Schwelle, an der sich unser Automobil in ein Infomobil wandelt.

Fahrerassistenz-, Kommunikations- und Informationssysteme haben immer mehr Einzug in den Fahrzeuginnenraum gehalten. Adaptive Cruise Control (ACC), Navigationssystem

und Automatic Lane Control (ALC) sollen den Fahrer immer mehr unterstützen. Mobiltelefone, Verkehrsinformationen und sogar schon



Abbildung 1: Fahrzeuginnenraum früher (VW Käfer)



Abbildung 2: Fahrzeuginnenraum heute (BMW iDrive®)

Internet und Email stellen dem Fahrer immer mehr Informationen zur Verfügung. Alle führenden Automobilhersteller bieten bereits heute komplexe und umfangreiche Fahrerinformations- und Kommunikationssysteme an. BMW hält iDrive[®] (siehe Abbildung 2), das neue Eingabesystem für den Bordcomputer für besonders benutzerfreundlich. Insgesamt stehen dem User 700 Funktionen aus den Bereichen Kommunikation, Bord-Daten, Navigation, Entertainment, Einstellungen, Klima, Telematik, sowie eine Hilfefunktion zur Verfügung, die er alle mit nur einem einzigen Bedienelement ansteuern und ausführen kann. Ein „virtuelles Rastwerk“ als haptisches Feedback soll eine mögliche Blindbedienung erleichtern.

Das ist der aktuelle Trend im Cockpitdesign der Automobilindustrie: Reduktion der Anzahl an Bedienelementen für ein übersichtliches Armaturenbrett. Ganz auf dieser Linie bietet Mercedes-Benz COMAND[®] (siehe Abbildung 3) und AUDI MMI[®] (siehe Abbildung 4) als ihr Fahrerassistenz-, Informations- und Kommunikationssystem an.



Abbildung 3: Fahrzeuginnenraum heute (Mercedes-Benz COMAND[®])



Abbildung 4: Fahrzeuginnenraum heute (AUDI MMI[®])

Bedienkonzepte der nahen Zukunft

Einen weiteren Schritt in die Zukunft wagt der Autohersteller OPEL mit Signum², als seiner Interpretation des Informationsmanagements in Fahrzeugen der Zukunft (siehe Abbildung 5). In diesem Infotainmentsystem zeigen die OPEL-Experten, wie sie sich ergonomische Bedienkonzepte in neuen Autos vorstellen. Auf zwei Monitoren sollen alle



Abbildung 5: Fahrzeuginnenraum morgen (OPEL SIGNUM[®])

für den Fahrer notwendigen und wichtigen Informationen dargestellt werden. Darüber hinaus sollen auch DVD und mobiles Büro (Computer mit Internetanschluss und Infrarottastatur) mit in die Informationspalette aufgenommen werden. Für die mitfahrenden Passagiere werden sogar Videobrillen angeboten.

Die Automobilindustrie ist sehr wohl daran interessiert, ihre Produkte durch Innovationen interessanter zu machen. Mehr Komplexität bei den Fahrerassistenz- Informations- und Kommunikationssystemen lassen natürlich das Produkt "Fahrzeug" als Ganzes komplexer und innovativer erscheinen.

Die Beachtung der Ergonomie

In der Vergangenheit erfuhr die Ergonomie der Schnittstelle Mensch – Maschine solcher Fahrzeugsysteme allerdings etwas weniger Beachtung in der Forschung und Entwicklung. Diese Systeme wurden von Herstellern entwickelt, die bisher nicht für die Automobilindustrie produziert und deshalb nur wenig Erfahrung mit Verkehrssicherheitsaspekten hatten. Ein beispielsweise hoher „mental workload“ eines CD - Abspielgerätes, vom Sofa aus bedient, hat sicherlich andere Auswirkungen als im bewegten Fahrzeug in dynamischen Verkehrsbedingungen.

Die Entwicklung neuer Fahrerassistenz-, Kommunikations- und Informationssysteme stellt die Ergonomen der Automobilindustrie bei der Gestaltung der Schnittstelle immer wieder vor neue Herausforderungen. Es gilt, die Ergonomiestandards und Normen in einem ständigen interaktiven Prozess an der Technologieentwicklung anzupassen.

Zu frühzeitige und zu exakte Normung kann jedoch die freie Atmosphäre in der Entwicklungsarbeit stören und ist deshalb nicht immer im Interesse der Automobilkonzerne. Von Seiten der Industrie war also nicht unbedingt mit einer frühzeitigen Initiative zur Verbesserung der Ergonomie von Bedienkonzepten in Fahrzeugen, in Zusammenhang mit verbindlichen Richtlinien, zu rechnen.

Die Akzeptanz der Industrie zu solchen Normen ist nur über genügend Freiräume für kreatives Potenzial in der Entwicklung zu bekommen. Der Erlass von Normen für die Software-Ergonomie (z.B. ISO 9241 Teil 10) gab einen groben Rahmen an Richtlinien vor, der aber genügend Spielraum für innovative Weiterentwicklungen ließ und so auf breiter Front angenommen und beachtet wurde. Allerdings ist zu erwähnen, dass der Bereich der Software-Ergonomie eine weitaus geringere Kritikalität birgt als die Ergonomie von Mensch-Maschine-Schnittstellen in einem Fahrzeug, das am Straßenverkehr teilnimmt. Dennoch wagte man sich an erste amtlich veranlasste Überlegungen zur Entwicklung von allgemeingültigen Prinzipien für eine Verbesserung der Verkehrssicherheit von Fahrzeuginformations- und Kommunikationssystemen, welche im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

1.1. Die Entwicklung von Prinzipien zur Verkehrssicherheit von Fahrzeuginformations- und Kommunikationssystemen

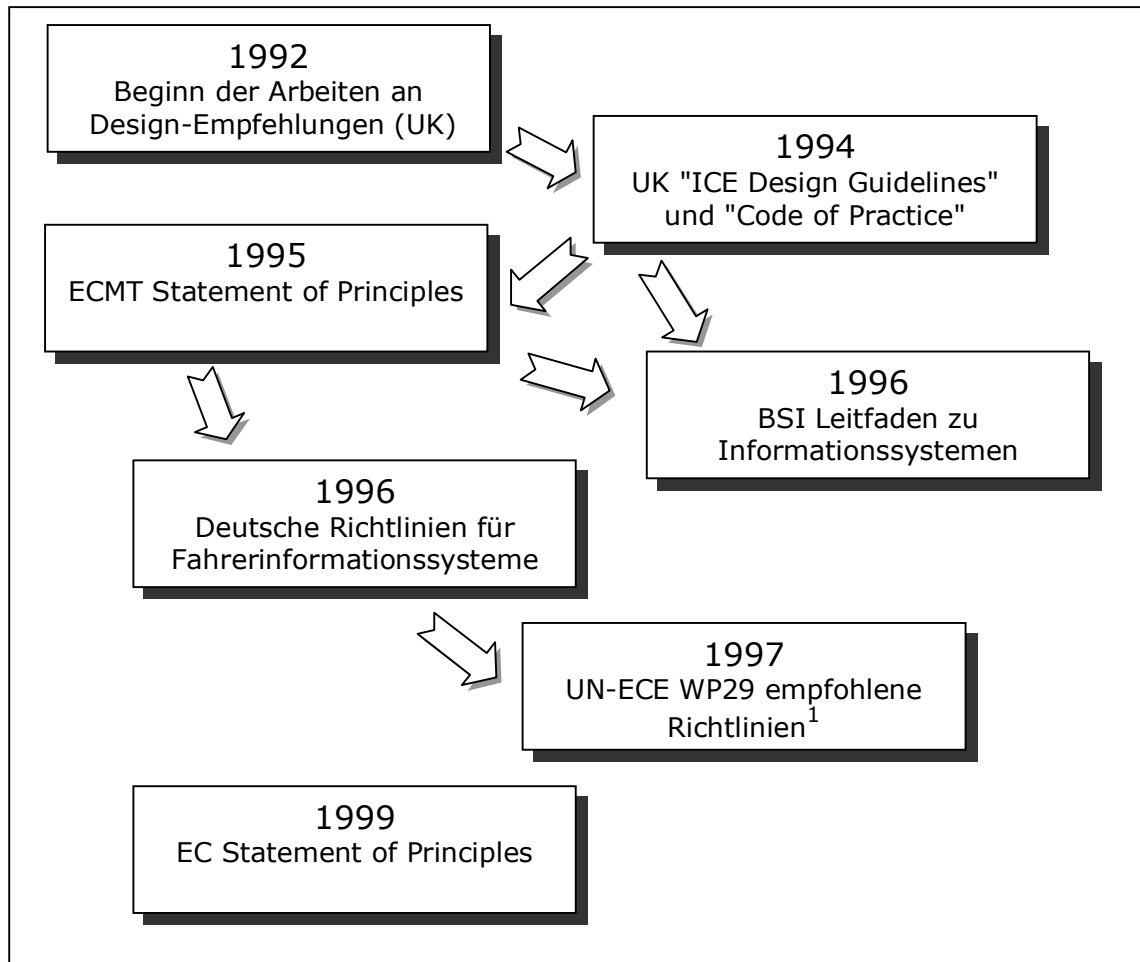


Abbildung 6: Historische Entwicklung der Europäischen MMI² Empfehlungen

Anfang der 1990er Jahre wurde erkannt, dass die Entwicklung von international anerkannten Verfahren zur Begrenzung der Fahrerablenkung durch Fahrerassistenzsysteme (FAS) sehr lange dauern würde, und so initiierte man die Entwicklung von Empfehlungen, die in der Zwischenzeit angewendet werden könnten. Abbildung 6 zeigt die Hauptschritte der Entwicklung der Europäischen MMI Empfehlungen der letzten zehn Jahre.

1992 begann im Auftrag des britischen Department of Transportation die Entwicklung von Design Grundsätzen und eines „Code of Practice“ für Fahrerassistenzsysteme. Ziel war die praktische Anwendung solcher Geräte mit einem Höchstmaß an Verkehrssicherheit und Komfort.

¹ United Nations – Economic Commission for Europe

² MMI = Mensch-Maschine-Interface = Human-Maschine-Interface = HMI

Grundlage dieser Arbeit bildete eine Zusammenstellung wichtiger, für die Ergonomie relevanter Informationen durch eine Gruppe von Beratern und Experten, was 1994 letztendlich als „ICE Design Guidelines“ bekannt wurde.

Zur gleichen Zeit erarbeitete ein Fachausschuss eine Liste von Prinzipien. Diese Prinzipien repräsentieren die wichtigsten verkehrssicherheitsbezogenen Faktoren, die beim Design oder bei der Nutzung von Fahrerassistenzsystemen berücksichtigt werden sollen und formen den sogenannten „Code of Practice“ [Southall, Robertson 1994].

Das European Committee of Ministers of Transport (ECMT) sah ebenfalls Handlungsbedarf auf diesem Feld und überlegte, den „UK Code of Practice“ für ganz Europa zu übernehmen. Eigene, international gültige Normen zu entwickeln würde zu lange dauern und der Dringlichkeit nicht gerecht werden. Vertreter zahlreicher Europäischer Regierungen und der Automobil-Industrie setzten sich an einen Tisch und formten das ECMT „statement of principles“ [ECMT 1995] auf der Grundlage des britischen Codes.

Das British Standards Institut (BSI), vergleichbar mit dem Deutschen Institut für Normung (DIN), publizierte den Code und die Design Richtlinien formal als öffentlicher „Draft for Development“ [BSI 1996]. Um Verwirrungen zu vermeiden wurde der Wortlaut des ECMT Dokuments vom BSI übernommen. Es besteht aus zwei Teilen: der erste Teil gibt das ECMT Dokument wieder; der zweite Teil repräsentiert die originalen UK Design Richtlinien.

In Deutschland gab es ebenso wie in Großbritannien Überlegungen, wie diese ersten Ergebnisse sinnvoll in die Praxis umgesetzt werden können. Das Bundesministerium für Verkehr verständigte sich 1996 mit der deutschen Industrie auf einen Deutschen Kodex, der aus dem ECMT Dokument hergeleitet wurde. Dieser beinhaltet sowohl Forderungen, als auch Empfehlungen, um auf die besonders wichtigen Aspekte der Schnittstelle Mensch-Maschine hinzuweisen. Aber bereits hier zeigte sich, dass die gewonnenen Erkenntnisse schwer zu quantifizieren und in Tests einzusetzen waren.

Ebenso erkannte die „United Nations Economic Commission for Europe“ die zunehmende Wichtigkeit der Definition von MMI. Als zuständige Stelle für Typenzulassungen bei Motorfahrzeugen erarbeitete sie durch die Working Party (WP29) einen Code, der grundsätzlich wieder dem Deutschen Kodex entsprach und einen empfehlenden Charakter hatte, der sehr weit in der Automobilindustrie verteilt wurde [UNECE 1997].

Im gleichen Jahr wurde das European Strategy Document [European Commission 1997] herausgegeben, das MMI als eine von fünf priorisierten Arbeitsgebieten identifizierte. Durch Bildung einer EC Task

Force im Januar 1998 versuchte man einen Leitfaden und Bewertungsmethoden für die Verkehrssicherheit von Fahrerassistenzsystemen zu entwickeln. Das Ergebnis vieler Workshops und Beratungen war das 1999 veröffentlichte „ EC Statement of Principles“ der Europäischen Gemeinschaft, das die Grundsätze für Verkehrssicherheitsaspekte bei IVIS³ begründet [European Commission 2000].

Ebenso versuchte die Task Force einen ersten Schritt in Richtung Bewertung von Systemen anhand allgemein gehaltener Prinzipien und Bewertungskriterien. Die Mitgliedstaaten wurden gebeten, die Verteilung und die Anwendung der Prinzipien durch die Industrie zu dokumentieren und zu berichten, welche Effektivität sie bei der Reduktion der Fahrerablenkung und anderer negativer Konsequenzen von schlechtem Schnittstellendesign haben.

All diese Arbeiten und Anstrengungen dokumentieren die offensichtliche Notwendigkeit von Projekten zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstellen von Bedienkonzepten in Fahrzeug-Cockpits. Im Folgenden werden exemplarisch Projekte und Ansätze diskutiert, die sich dieser Aufgabe verschrieben haben und von verschiedenen Ergonomieexperten als herausragend und besonders wichtig eingestuft wurden, was durch ihre Präsenz in Diskussionen und in der Literatur unterstrichen wird.

³ IVIS = In Vehicle Information System (Fahrerassistenz- und Informationssystem)

Kapitel 2: Lösungsansätze⁴

Zunächst werden Projekte vorgestellt, die zum Ziel haben, die vielseitigen Bemühungen von staatlichen Organisationen, von Forschungseinrichtungen der Industrie und der Universitäten zu harmonisieren und teilweise zu leiten, um die Verkehrssicherheitsforschung zielgerichteter, effektiver und aufeinander abgestimmter zu gestalten. Ab Kapitel 2.4. handelt es sich um Projekte, die durch konkret vorgeschlagene Verfahren die Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Verbesserung der Schnittstelle Mensch-Maschine erreichen wollen.

2.1. EC Statement of Principles

Der Entstehungsprozess des „Statement of Principles“ der Europäischen Gemeinschaft zog sich, wie in Kapitel 1.1. beschrieben, über einen längeren Zeitraum hin.

Dieses Dokument dient der Europäischen Automobilindustrie und deren Zulieferer als Richtlinie auf einer freiwilligen Basis. Gegenstand dieser Richtlinie sind wichtige Aspekte der Verkehrssicherheit, die sich mit der Mensch-Maschine-Schnittstelle von Fahrerinformations- und Kommunikationssystemen in Fahrzeugen auseinandersetzen. Auch hier steht die Hauptaufgabe des Fahrers, das sichere Führen eines Fahrzeuges durch eine komplexe dynamische Verkehrsumgebung, im Fokus. Es findet Anwendung bei Fahrerassistenzsystemen, die vom Fahrer während der Fahrt eingesetzt werden und betrachtet in erster Linie ihr Design und die Installation im Fahrzeug.

Als entscheidend werden beim EC Statement of Principles folgende Fragen bezeichnet:

- Wie müssen Informations- und Kommunikationssysteme entworfen und im Fahrzeug angebracht sein, damit sie mit der Hauptaufgabe des Fahrers vereinbar sind?
- Wie muss Information präsentiert werden, dass dabei nicht die Sicht des Fahrers beeinträchtigt wird?
- Wie müssen Interaktionskonzepte solcher Systeme realisiert werden, damit der Fahrer unter allen Umständen das Fahrzeug sicher führt, sich wohl fühlt, mit dem System zufrieden ist und jederzeit auf unerwartete Ereignisse sicher reagieren kann?

⁴ Anmerkung: Informationen und Ergebnisse der Lösungsansätze und Projekte EC-Statement of Principles, Safety Checklist, 15-Second-Rule, RESPONSE, ESV, IHRA und HASTE wurden in englischer Sprache veröffentlicht. Inhalte aus diesen Veröffentlichungen, die in dieser Arbeit Anwendung fanden, wurden durch den Autor übersetzt.

Insgesamt handelt es sich um 35 Prinzipien, die in sechs Bereiche gruppiert werden können:

- Design im Allgemeinen

Diese Prinzipien untersuchen, ob der Fahrer mehr unterstützt oder mehr abgelenkt wird.

- Installation

Befinden sich die Systeme an einem adäquaten Platz, wo sie die entsprechenden Regeln und Normen erfüllen? Die Fahrersicht darf nicht behindert oder der Fahrer nicht geblendet werden.

- Präsentation der Informationen

Hier befasst man sich mit der klaren und einfachen Präsentation von Informationen, die angemessen und zeitgerecht angezeigt werden sollen.

- Interaktion mit Displays und Bedienelementen

Hat der Fahrer zu jeder Zeit das Fahrerassistenzsystem und die eigentlichen Fahraufgabe unter Kontrolle und ist er sich jeder Situation bewusst? Es gibt hier bereits Prinzipien, die sich mit Sprachbedienung befassen.

- Systemverhalten

Welche Möglichkeiten des FAS sollen und welche sollten nicht während der Fahrt zur Verfügung stehen? Reagiert das FAS situationsangepasst?

- Systeminformationsdokumentation

Diese Prinzipien beziehen sich auf alle Informationen, die dem Fahrer zur Bedienung des FAS zur Verfügung gestellt werden.

Abbildung 7 auf Seite 12 zeigt Beispiele der Prinzipien aus dem „Statement of Principles“ der Europäischen Gemeinschaft und den Versuch, diese nach einem hierarchischen Prinzip zu strukturieren. Die untergeordneten Prinzipien sollen als eine Art Bewertungskriterien bei der Definition von Schnittstellen eingesetzt werden.

Übergeordnetes Prinzip:

Das System sollte den Fahrer nicht ablenken oder visuell unterhalten.

Untergeordnetes Prinzip aus dem Bereich *Präsentation der Informationen*:

Visuell angezeigte Information sollte durch den Fahrer mit nur kurzen Blickabwendungen aufgenommen werden können. Sie sollten so kurz sein, dass der Fahrer nicht nachteilig beeinflusst wird.

Untergeordnetes Prinzip aus dem Bereich *Systemverhalten*:

Visuelle Information, die nicht für die eigentliche Fahraufgabe von Nöten ist und den Fahrer signifikant ablenken kann (TV, Video, Lauf-text) sollte ausgeblendet oder in einer Form präsentiert werden, die der Fahrer während er Fahrt nicht einsehen kann.

Abbildung 7: Hierarchisch strukturierte Prinzipien für eine erste Anwendung als Bewertungskriterien

2.2. Enhanced Safety of Vehicles (ESV)

Das „International Experimental Safety Vehicles Program (ESV)“ entstand unter dem „NATO Committee on the Challenges of Modern Society“ und wurde durch bilaterale Memoranden zwischen dem „Department of Transportation“ der USA und den Regierungen Deutschlands, Frankreichs, Italiens, Großbritanniens, Japans und Schwedens in die Arbeit der beteiligten Nationen integriert. Die Beteiligung an diesem Projekt hat über die Jahre hinweg zugenommen und so sind mittlerweile zusätzlich Kanada, die Niederlande, Australien, Polen und zwei internationale Organisationen (EEVC und die EC) hinzugekommen.

Ursprünglich stammte der Name ESV von den „Experimental Safety Vehicles“, welche die beteiligten Nationen zu entwickeln und zu bauen vereinbarten. Diese hardwareorientierten Arbeiten sollten den Stand der Verkehrssicherheitstechnik verbessern und so wurden regelmäßig internationale Konferenzen organisiert, um technische Informationen in ihren jeweiligen Programmen auszutauschen. Die amerikanische „National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsabteilung war federführend verantwortlich für die Realisierung des Programms.

Ungefähr alle zwei Jahre wird eine internationale Konferenz abgehalten, mit dem Ziel, den Technologieaustausch in diesem wichtigen Feld der Verkehrssicherheit zu unterstützen.

Als die Arbeiten an den „experimental safety vehicles“ abgeschlossen waren, wurde das Forschungsprojekt ausgeweitet, um die ganze Bandbreite von Verkehrssicherheit abzudecken. Die Konferenz dient nun als internationales Forum, in dem der Fortschritt der Verkehrssicherheitstechnologie berichtet wird. Um diesen erweiterten Aufgabenbereich wiederzuspiegeln, stimmten die beteiligten Regierungen

auf der Konferenz 1994, der Umbenennung der Konferenz in „The international Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles (ESV)“ zu.

1996 wurde auf der ESV – Konferenz in Australien ein neues 5-Jahres Dringlichkeitsforschungsprojekt ins Leben gerufen, die „International Harmonized Research Activities (IHRA)“. Es besteht aus sechs internationalen Dringlichkeitsforschungsprojekten in den Gebieten - Biomechanics, Advanced Offset Frontal Protection, Vehicle Compatibility, Pedestrian Impact Protection, „development of a process to determine Functional Equivalency of Motor Vehicle Regulations“ und Intelligent Transportation, was für diese Arbeit von besonderer Bedeutung ist und im nächsten Abschnitt genauer erläutert wird.

2.3. IHRA- Working Group on Intelligent Transport Systems (ITS)

Mit der IHRA wurden letztendlich fünf Forschungsgebiete definiert, die von einer Working Group vertreten werden. Darunter auch die Working Group on Intelligent Transport Systems. Beteiligte Länder in der Arbeitsgruppe sind Australien, Kanada, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Japan, Polen, Schweden, Großbritannien und die USA. Die meisten Mitglieder repräsentieren ihre Regierung, einige kommen aus der Automobilindustrie. Die Vertreter Frankreichs, Deutschlands und Japans kommen aus öffentlichen Forschungsvereinigungen und nehmen im Auftrag ihrer Regierung teil.

Die Arbeitsgruppe wurde gegründet, um die staatliche Forschung zu koordinieren, mit dem Ziel der Entwicklung von harmonisierten Verfahren zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Fahrerassistenz- und Informationssystemen mit Bezug auf menschliches Verhalten. Sie befasst sich im weitesten Sinne mit Mensch-Maschine-Interaktion, was jedoch nur ein Teil von „ITS“ Verkehrssicherheit ist. Die Arbeitsgruppe versucht einen Rahmen zu schaffen, mit dem die Sicherheit von „ITS“ gewährleistet werden kann und definiert die eigene Rolle der Arbeitsgruppe in diesem Rahmen. In einer Reihe von Workshops wurden Prioritäten von Forschungsproblemen festgelegt, sowie Vorschläge erarbeitet, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Man erwartet, dass die Frage der Sicherheit von intelligenten Transportsystemen, in staatlichen und nicht-staatlichen Einrichtungen in naher Zukunft an Wichtigkeit und Bedeutung gewinnen wird. Dies führt zu einem verstärkten Interesse, zu einer gesteigerten Erwartung und zur Unterstützung der koordinierten und harmonisierten Forschung.

Das Bemühen dieser Arbeitsgruppe zeigt, dass die Regierungen sehr stark daran interessiert sind, die negativen Auswirkungen von „ITS“-Technologien zu verstehen und zu minimieren. Laut IHRA gibt es drei wichtige Gründe für harmonisierte Forschung:

1. Es wird dadurch eine gute Möglichkeit geschaffen, um die aktive Sicherheit (auch bezeichnet als Primärsicherheit oder Unfallverhütung) zu beeinflussen.
2. Es kommt der globalen Forderung nach, die Rolle der Regierungen auf dem Feld der Sicherheit von intelligenten Transportsystemen genauer zu definieren.
3. Die Entwicklungen an der Bewertung der Verkehrssicherheit von Fahrerassistenz- und Informationssystemen zeigen einen im Wesentlichen unregulierten Arbeitsbereich. Hierbei nimmt IHRA an, dass harmonisierte Verkehrssicherheitsziele besser erreicht werden können als nicht harmonisierte.

Auch hier ist das Ziel des Projekts, die vielen neuen Systeme und Technologien in den Fahrzeug-Cockpits von arbeitswissenschaftlichen Prinzipien zu begleiten, damit sie nicht zu einem Fahrverhalten führen, das von den Systementwicklern nicht beabsichtigt war.

In der Luftfahrt führte die Zunahme von Pilotenassistenzsystemen und Automation ungewollt zu einer Verminderung des Situationsbewusstseins des Piloten (situational awareness), was „out-of-the-loop“ Verhaltensfehler (Fehlverhalten und erhöhte Reaktionszeiten) mit sich brachte. Das mit einem erhöhten Grad an Automation verbundene Risiko ist noch nicht ganz aufgeklärt und kann im Moment noch nicht verlässlich vorausgesagt werden.

Die Auswirkungen der veränderten Technologie auf die Sicherheit wird von ihrer Implementierung abhängig sein, besonders davon, in wieweit das System den Anforderungen des Fahrers gerecht wird und mit menschlichen Fähigkeiten kompatibel ist.

Nicht alle Fahrerassistenzsysteme haben in gleichem Maße Einfluss auf Interaktionen zwischen Mensch und Maschine. Systeme mit kritischeren Auswirkungen müssen auch mit größerer Genauigkeit analysiert werden.

Die Arbeitsgruppe weist darauf hin, dass sich Mensch-Maschine-Interaktionen auf eine große Bandbreite von Verhalten beziehen, die mit der Aufgabe des Fahrens verknüpft sind, inklusive Fahrstrategie, taktische und operative Steuerung des Fahrzeugs und seiner Untersysteme. Die eigentliche, primäre Fragestellung in der Arbeitswissenschaft betrachtet zentral menschliche Prozesse (central human processes), wie die Aufmerksamkeit des Fahrers, Situationsbewusstsein und Wahrnehmung. Nebengeordnete Arbeitsfelder befassen sich mit Prozessen der menschlichen Peripherie (z.B. Lesbarkeit), welche durch die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bestimmt werden.

Der iterative Entwicklungsprozess, bei welchem die menschliche Performance mit einem neuen System analysiert wird, läuft weitestgehend unter der Kontrolle der Industrie ab und entzieht sich somit dem Wirkungsbereich der Arbeitsgruppe. Diese weiterentwickelnden und formenden Analysen sind sehr wichtig und leisten einen Beitrag zur

Gesamtsicherheit des Systems. Ziel der IHRA ist es in diesen wichtigen Abschnitt der Systementwicklung einbezogen zu werden.

In den bisherigen Aktivitäten von IHRA wurden einige Initiativen durchgeführt und zum Teil auch abgeschlossen. Unter anderem auch die Definition eines übergreifenden Rahmenwerks zur Gewährleistung von Sicherheit in intelligenten Verkehrssystemen und der Rolle der ITS working group in diesem Rahmenwerk. Eine Reihe von Workshops zu Sicherheitstests und Bewertungen von ITS, sowie die Definition von wichtigen Forschungsschwerpunkten und deren Schwierigkeiten gehören auch zu diesen Initiativen.

Das übergreifende Rahmenwerk

Die Arbeitsgruppe arbeitet an einem Rahmenwerk zur Gewährleistung von Sicherheit in intelligenten Verkehrssystemen und möchte dadurch auch ihre eigene Rolle in Relation zu anderen Gruppen schildern, die sich international mit Forschung und Normen auf diesem Gebiet befassen.

Nach Abbildung 8 wird eine Verbesserung der Sicherheit durch folgende vier Forderungen erreicht:

- die Bereitschaft, Sicherheitsrichtlinien zu akzeptieren
- Übereinstimmung mit den bestehenden MMI Normen und Standards
- Konformität mit den minimalen Kriterien für Anti - Kollisions- Systeme (falls anwendbar)
- Anwendung von Verfahren zur Bewertung der Sicherheit

In Abbildung 8 wird dies durch vier separate Blöcke dargestellt.

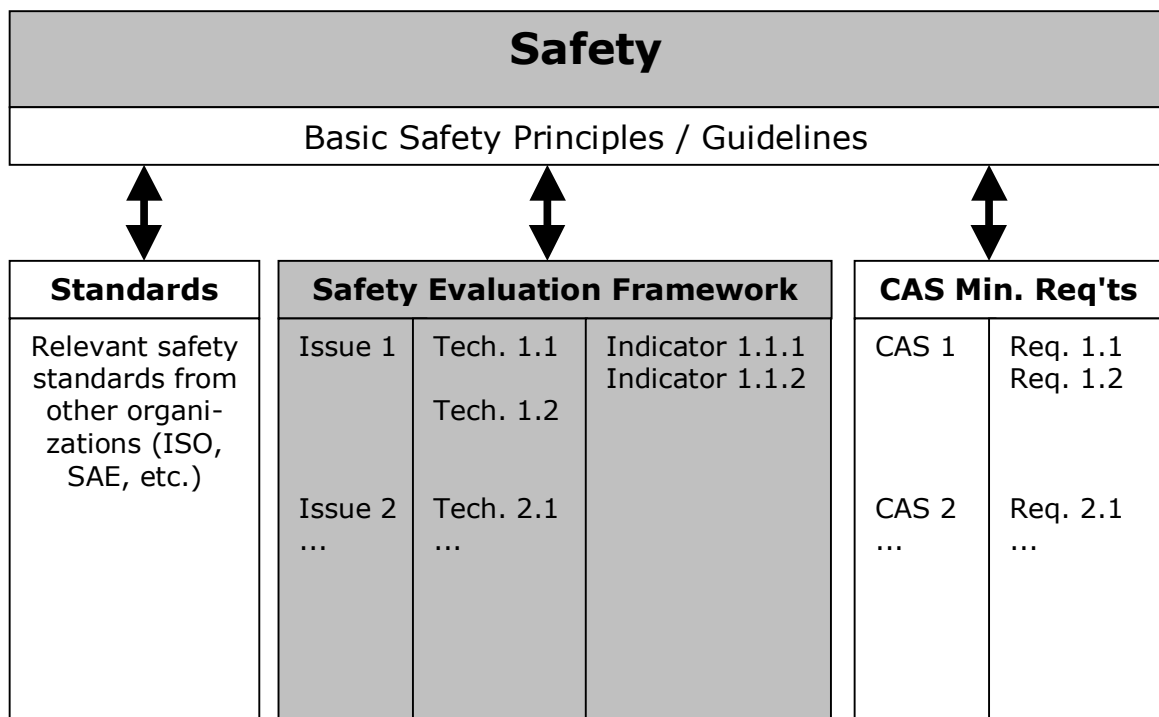


Abbildung 8: Grundelemente zur Gewährung der ITS Sicherheit [Noy o.J.]

Während all diese Elemente wichtig für die Sicherheit sind, konzentriert sich die Arbeit der IHRA-ITS WG auf die Entwicklung von Rahmenbedingungen für abschließende Tests und Bewertungen der Sicherheit von Systemen. Dieses Arbeitsfeld ist in Abbildung 8 etwas dunkler schattiert.

Element 1: Grundlegende Sicherheitsrichtlinien/ Basic Safety Principles

Grundlegende Sicherheitsrichtlinien sind allgemeine und akzeptierte Informationen zu Design und Funktion, die die Verträglichkeit von Systemen mit bekannten Fahrerverhalten begünstigen. Der „European Code of Practice on Human Machine Interface for In-Vehicle Information and Communication Systems“ und der „British Standards Institute Guide to In-Vehicle Information Systems“ sind Beispiele für grundlegende Sicherheitsrichtlinien.

Diese Richtlinien sind allerdings sehr allgemein gehalten. Sie sagen zum Beispiel lediglich aus, dass Funktionen oder Displaygestaltung, die den Fahrer mental überlasten oder zu stark ablenken, während der Fahrt nicht aktiviert werden sollen. Diese Funktionen oder Displaygestaltungen werden jedoch weder spezifiziert, noch wird genau angegeben, was eine Überbelastung oder eine Ablenkung darstellt.

Element 2: Normen und Standards

Ein anderes wichtiges Element im Model der IHRA beschäftigt sich mit automotiven Mensch-Maschine Schnittstellen (MMI), wie zum Beispiel grafische Oberflächen oder Sprachausgabe. MMI ist ein sehr großes Arbeitsfeld und beinhaltet neben Designaspekten, wie die physikalische Beschaffenheit der Schnittstellen, unter anderem auch Systemfunktionalität und Nachrichtenpriorisierung.

Einige Institute für Normen (ISO, SAE) versuchen MMI Industriestandards mit dem Ziel zu erarbeiten, ergonomisch korrekte Schnittstellen zur Verfügung zu stellen, die den Bedürfnissen, den Fähigkeiten und den Grenzen der Fahrer genügen. Die Normung von MMI Elementen erleichtert dem Fahrer durch konsistente Bedienungen das Verständnis der Systemfunktionalität.

Element 3: Minimale Anforderungen an CAS (collision avoidance systems)

Collision avoidance systems (CAS) erkennen gefährliche Situationen und warnen entweder den Fahrer oder lösen automatisch ein Manöver (zum Beispiel Bremsen) aus. Die Unterschiede zwischen collision avoidance systems und anderen Arten von intelligenten Transportsystemen sind sehr oft nicht exakt definierbar. Ein ACC (adaptive cruise control) wird normalerweise als System zur Steigerung des Komforts bezeichnet, besonders dann, wenn die Verzögerung sich auf die Bremswirkung des Motors begrenzt. Wenn das gleiche System den Fahrer zusätzlich vor einem Hindernis warnt, so spricht man von ei-

nem Hinderniswarnsystem. Hat das System die Autorität eine Bremsung einzuleiten, so bezeichnet man es als collision avoidance system.

CAS sind eine besondere Herausforderung an Entwickler und Designer. Sie müssen dem Fahrer in sehr kurzer Reaktionszeit klare Informationen geben, die ihn weder aufschrecken, noch zu unpassenden Reaktionen verleiten dürfen. CAS werden immer dann aktiv, wenn das Risiko einer Kollision erhöht oder hoch ist. In diesen Situationen darf der Fahrer durch solch ein System nicht zu sehr operativ gefordert werden.

Einige Arbeitsgruppen innerhalb der IHRA arbeiten an der Entwicklung von minimalen Anforderungen an CAS. Im Moment gibt es jedoch noch keine Richtlinien oder Normen um den Designern bei der Spezifikation von CAS zu helfen, um deren maximalen Nutzen für die Sicherheit zu erzielen.

Element 4: Rahmenbedingungen für Sicherheitsbewertungen

Die Anwendung der bereits genannten drei Elemente, Grundlegende Sicherheitsrichtlinien, Normen und Standards, Minimale Anforderungen an CAS, sind sehr wichtig, jedoch nicht ausreichend um die Sicherheit eines ITS Produktes zu gewährleisten. Das Element 4 mit dem Grundsatz, dass ITS Produkte bereits während ihrer Entwicklung im Hinblick auf ihren Einfluss auf das Verhalten des Fahrers untersucht werden, ist eine anreichernde Erweiterung der anderen drei Elemente. Hieraus leitet sich ab, dass es in Zukunft eine steigende Nachfrage nach vorausschauenden Bewertungstechniken für Fahrerassistenzsysteme, in deren Entwicklungsphase geben wird. Ständige Weiter- und Neuentwicklung dieser Technologien wird die Nachfrage noch weiter verstärken.

Welche Fragestellungen müssen in diesen Bewertungsverfahren behandelt werden, wie sollen sie untersucht werden und welche Bewertungskriterien gewährleisten akzeptable Ergebnisse? Diese Bereiche bilden den Stoff für eine gemeinschaftliche Forschung, die in der Arbeitsgruppe anvisiert wird.

Hauptaufgabe der IHRA-ITS WG ist die Entwicklung von Rahmenbedingungen für die Bewertung von ITS. Hierfür wurde eine Tabelle als Gerippe des „frameworks“ (siehe Abbildung 9) erstellt.

Mechanism	Conditions		Technique	Indicators/ Benchmarks
	Driver	Driving		
Direct Safety Effects				
Behavioral Adaptation				
Attention and Workload				
Usability				

Abbildung 9: ITS Rahmenbedingungen für eine Bewertung [Noy o.J.]

Dieses Gerippe baut auf der Untersuchung der wichtigsten Verhaltensmechanismen (*mechanisms*) auf, die in Verbindung mit Fahrerinformations-, Fahrerassistenz- und Kommunikationssystemen die Verkehrssicherheit beeinflussen können. Als wichtigste Verhaltensmechanismen, die die Sicherheit beeinflussen, wurden *Direct Safety Effects*, *Behavioral Adaption*, und *Usability* identifiziert.

Direct Safety Effects sind Effekte (Widersprüche, kritische Ereignisse), die sich unmittelbar auf die Sicherheit auswirken. Hierbei werden auch die Häufigkeit und die Frequenz berücksichtigt, mit der solche Ereignisse eintreten.

Behavioral Adaptation untersucht den komplexen Wechsel im Fahrverhalten, der auf Grund einer bestimmten Veränderung im Straße-Fahrzeug-System erzeugt wird. Der Wechsel im Fahrverhalten kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Zum einen durch individuelle Unterschiede der Fahrer, zum anderen aber auch durch Faktoren, die in der Natur einer Systemänderung liegen. IHRA räumt hierbei ein, dass es im Moment noch nicht wohlverstanden ist, mit welchen Mitteln man *Behavioral Adaptation* bewusst machen kann.

Attention and Workload (z.B. die visuelle Anforderung an den Fahrer, Ablenkung des Fahrers) ist der Teil der maximalen mentalen Kapazität eines Fahrers, der für das Führen eines Fahrzeugs aufgewendet wird.

Usability (z.B. Fehler, Bedienzeit) beschreibt das Ausmaß der Bedienbarkeit eines Systems unter der Berücksichtigung von Effektivität, Effizienz, Zufriedenstellung, Erlernbarkeit und Kontrollierbarkeit. Des Weiteren wird hierbei beschrieben, inwieweit ein System mit Fahraufgaben im Straßenverkehr kompatibel ist.

IHRA weist darauf hin, dass alle hier angegebenen umfassenden Felder bei Bewertungen der Sicherheit mit einbezogen werden sollen, um zu gewährleisten, dass das System und seine Integration mit der eigentlichen Fahraufgabe vereinbar sind.

Für alle Verhaltensmechanismen (*mechanisms*) müssen noch Methoden (*techniques*) gefunden werden, mit denen man bewerten kann, ob das System Sicherheitsanforderungen angemessen erfüllt. Für jede Methode müssen sicherheitsrelevante Maßsysteme oder Indikatoren für Sicherheit spezifiziert werden. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass in naher Zukunft absolut gültige Kriterien für Sicherheitsanforderungen gefunden werden und so haben die Methoden vielmehr eine vergleichende Funktion, wobei das zu bewertende System mit Orientierungswerten verglichen wird. Die Orientierungswerte beziehen sich auf ein definiertes akzeptables Niveau von Sicherheitsanforderungen. Diese Werte versuchen damit sozusagen Grundniveaus für Sicherheitsanforderungen zu setzen. Fahrer (*driver*) und Fahrbedingungen

(*driving conditions*), die bei der Bewertung vorkommen, sind für alle Verhaltensmechanismen die Gleichen (siehe Abbildung 9 auf Seite 17).

IHRA Projekte

Als eine Grundlage für weitere Arbeiten zur Verbesserung von Bewertungsverfahren durch gemeinschaftliche internationale Forschung, bildete die IHRA-ITS auf dem Workshop sieben priorisierte Projekte für Forschungsschwerpunkte:

1. Development of a harmonized safety evaluation methodology framework
2. Driver understanding and expectations of ITS systems: identification and measurement of the effects of false expectation of driver performance
3. Human factors principles checklist for in-vehicle systems
4. Normative data on naturalistic driving behavior
5. Simulator reference test scenarios
6. Improved secondary task methodology for evaluating safety effects of driver workload
7. Harmonization and validation of surrogate safety measures

Bedenken und entscheidende Punkte

Harmonisierte Forschung

Forschung auf dem allgemeinen Gebiet der Sicherheit von intelligenten Transportsystemen wird zurzeit in verschiedenen Ländern der Erde betrieben; allerdings mit nur wenig Einfluss der IHRA. Ein Teil der Forschung wird durch die Industrie erbracht und ist so, zumindest zu einem großen Anteil, Eigentum der Firmen. Andere Teile der Forschung werden unter dem Schirm von nationalen und regionalen Programmen durchgeführt, wobei es hier nur wenige Möglichkeiten zur externen Zusammenarbeit gibt.

Im Moment wird die Möglichkeit der ITS WG, auf ein umfassendes Programm von harmonisierter ITS Sicherheitsforschung aufspringen zu können, durch folgende Gründe begrenzt:

- Das Hauptaugenmerk laufender Forschung richtet sich nicht auf die Harmonisierung der Politik der Verkehrssicherheit. Im Moment gibt es keine regelsetzenden Bestrebungen auf diesem Gebiet.
- Forschung auf dem Gebiet der ITS Verkehrssicherheitspolitik, die durch Einrichtungen der Regierungen finanziert werden, ist im Moment nicht für eine globale Zusammenarbeit zugänglich, obgleich bereits bilateraler Austausch stattfindet.
- Die Beteiligung der IHRA-WG in einer frühen Phase der nationalen Forschungsplanung war wegen langer Planungszyklen der Regie-

rungen, in den ersten fünf Jahren nicht möglich. In Zukunft ist eine engere Zusammenarbeit jedoch vorstellbar.

Obwohl von einigen Forschungseinrichtungen weltweit Interesse an einer Zusammenarbeit im Rahmen der IHRA gezeigt wird, liegen die größten Hemmnisse im Fehlen von Geldmitteln, im Konkurrenzkampf und bei der Absicherung des geistigen Eigentumsrechts. Da wo IHRA für kooperative Forschung auf einem globalen Niveau eintritt, wird die Forschung überwiegend in einer regionalen und konkurrierenden Umgebung „ausgetragen“. Das Ergebnis: Der IHRA-ITS WG kam es hauptsächlich darauf an, durch Überwachung der maßgeblichen Forschung, nützliches Wissen herauszufiltern und Forschungsschwerpunkte und -möglichkeiten zu identifizieren. Die WG muss einräumen, dass es für sie keine Perspektive gibt, in regionaler, konkurrierender Forschung eingebunden zu sein. Sie sieht ihre Bestimmung in einer koordinierenden Funktion von regierungsfinanzierter Forschung.

Auch ohne spezifisch eingesetzte Geldmittel für harmonisierte Forschung hat die WG mit einigem Erfolg versucht, die bestehenden nationalen Bemühungen besser einzusetzen. So soll zum Beispiel der Workshop in Stockholm von der Teilnahme der WG profitiert haben. Ähnliche Bestrebungen werden unternommen, um eine Kooperation von zwei oder mehreren Mitgliedern zu etablieren. Diese Anstrengungen werden als wichtiger erster Schritt angesehen, um das Programm der harmonisierten Forschung von ITS aufzubauen.

Mittel

Der Mangel an Mitteln bleibt ein Haupthindernis beim Aufbau einer wirklichen Forschungskollaboration. Finanzielle Ressourcen und Arbeitskräfte sind notwendig, um ein bedeutsames Programm von harmonisierter Forschung mit umfassendem Arbeitsplan und Gemeinschaftsprojekten zu tragen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind es nur sehr wenige Mittel, die von den Regierungen für die harmonisierte Forschung in ITS zur Verfügung gestellt werden.

Die WG hat verschiedene Vorgehensweisen zur Sicherung der Ressourcen für harmonisierte Forschung erörtert und erachtet am praktikabelsten, dass jedes Land ihre eigene Partizipation finanziert. Mit dem Start von unilateraler und bilateraler Forschung wurde diese Vorgehensweise begrenzt verwirklicht. Die WG erhofft sich, dass eine Erweiterung dieses ersten Schritts zu einer verstärkten Zusammenarbeit führt. Im Idealfall sollte jedes Land ihre eigenen vorrangigen Projekte bestimmen und in Zusammenarbeit mit anderen Mitgliedsstaaten ihren Beitrag an der Forschung planen.

Gemeinschaftliche Mechanismen

IHRA glaubt auch, dass in der Vergangenheit die verschiedenen Mechanismen der Zusammenarbeit nicht optimal genutzt wurden. Verbesserungen wären zum Beispiel:

- Veranstaltung von regelmäßigen Konferenzen oder Workshops. IHRA möchte diese Veranstaltungen mehr in die Aktionen der ESV einbinden.
- Austausch von Personal (sowohl Industrie, als auch mit Regierungsstellen).

Solche Aktivitäten dienen dem übergeordneten Ziel des Gedanken- und Wissensaustausches, was im bemühten Interesse der WG liegt.

Fazit der IHRA

Forschung auf diesem Gebiet ist relativ neu im Vergleich zur Forschung der Passiven Sicherheit, welche über Jahre hinweg durch beträchtliche Forschungs- und Entwicklungsgelder begünstigt wurde. IHRA meint, dass die Aktivitäten der WG, inklusive der Entwicklung des Rahmenwerks für Forschung, des Starts von Forschungsschwerpunkten, Umfragen und Workshops, ihren Wert und Nutzen bewiesen haben. Der informelle Austausch von Informationen zwischen den WG Mitgliedern bezüglich der Arbeiten in den verschiedenen Ländern wird als weiterer Gewinn gewertet. Dies ist sehr bedeutend, da es sich hier im Moment um das einzige Forum handelt, was die ausdrückliche Zielsetzung hat, Forschung der Länder auf diesem Arbeitsgebiet zu koordinieren. Das wachsende Bewusstsein für ITS Verkehrssicherheitspolitik führt zu einem steigenden Interesse an den Arbeiten der WG, wodurch die IHRA-ITS WG folglich das Potenzial hat, eine wichtige Rolle bei der ITS Verkehrssicherheit zu spielen.

Die WG Mitglieder glauben, dass eine Zusammenarbeit zwischen den Regierungsstellen bei der Sicherheitsforschung von ITS eine wichtige Arbeit ist. Sie dient sowohl den Interessen der Regierungen als auch den Interessen der Industrie, die hierdurch der Forderung von Verkehrssicherheit auf dem Weltmarkt entgegenkommt.

Als Zeitrahmen muss ein längerfristiges Engagement auf diesem Gebiet angenommen werden. Fahrzeuge mit einer ITS – Ausrüstung werden gerade erst auf dem Markt eingeführt. Die Technologie auf diesem Gebiet wird sich weiterentwickeln, was für die Regierungen die Notwendigkeit einer ständigen Kontrolle der Sicherheit solcher Systeme mit sich bringt, um so ihre Politik anpassen und verändern zu können.

2.4. Safety Checklist

Auf Anfrage des britischen Ministeriums für Umwelt, Transport und Regionen (DETR), entwickelte das Transport Research Laboratory (TRL) die „Safety Checklist“ [Quimby et al. 1996]. Sie dient der Bewertung von neuen In-Vehicle Information Systems (IVIS)⁵ auf der Grundlage der bestehenden ergonomischen Praxis vor der weitreichenden Auslieferung an den Kunden. Die Safety Checklist ist in erster Linie eine strukturierte Hilfe für den Ergonomieexperten zur Bewertung von sicherheitsrelevanten Funktionen von Fahrerassistenz- und Informationssystemen. Hiermit soll der Bewerter zu einem Urteil kommen, ob das IVIS dem Verkehrssicherheitsbedürfnis entspricht. Die Safety Checklist basiert auf bereits bestehenden und akzeptierten Richtlinien und Standards.

Die Checklist wurde für eine Bewertung des Systems im Fahrzeug entwickelt, da die Nutzung solcher Systeme immer im engen Zusammenhang mit der Fahrzeugumgebung steht. Ziel des Verfahrens ist es, das Risiko für Verkehrsteilnehmer zu bewerten, wenn ein Fahrzeugführer dieses Fahrerassistenz- und Informationssystem bedient, im Vergleich zu der Situation in der er es nicht nutzen würde. Das TLR fordert, dass der Bewerter, ein Fachmann mit Ergonomie- und Verkehrssicherheitserfahrung, möglichst unabhängig vom Systemhersteller sein sollte.

Es wird in der Verfahrensanleitung ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nur die Funktionen des Systems untersucht werden sollen, die auf dem Level der Bedienfreundlichkeit präsent sind. Darüber hinaus wird vorausgesetzt, dass sich der Fahrer an die Richtlinien und Instruktionen der Bedienungsanleitung des Systems hält. Verboten ist zum Beispiel die Anleitung des Systems, dass bestimmte Funktionen während der Fahrt genutzt werden, so ist diese Funktion auch nicht in der Bewertung zu berücksichtigen.

Bei der Safety Checklist handelt es sich um Papierformulare. Hochentwickelte Messinstrumente sind nicht erforderlich.

Die Bewertung mit der Safety Checklist gliedert sich in drei Schritte:

1. Beschreibung der Bewertungssituation
2. Eingehende Bewertung der ersten Stufe
3. Zusammenfassender Bericht der zweiten Stufe

Beschreibung der Bewertungssituation

Bei der Beschreibung der Bewertungssituation sind allgemeine Angaben zum zu bewertenden IVIS zu machen. Produktname, Hersteller, Beschreibung der Eingabe- und Ausgabeschnittstellen sowie Angaben zur Bedienungsanleitung definieren das System.

⁵ IVIS = In Vehicle Information System (Fahrerassistenz- und Informationssystem)

Funktionen, die in der Bewertung nicht zu berücksichtigen sind, werden in diesem Abschnitt, mit Begründung, ebenso dokumentiert. Als weitere Informationen sind Aussagen zum Fahrzeug, zu den Fähigkeiten des Fahrers und zu den Verkehrs- und Wetterbedingungen zu machen.

Eingehende Bewertung der ersten Stufe

In diesem Abschnitt der Bewertung werden Fragen zu verschiedenen Bereichen gestellt. Diese Bereiche gliedern sich in:

- Dokumentation
- Installation und Integration
- Bedienelemente des Fahrers
- Akustische Eigenschaften
- Eigenschaften der visuellen Ausgabe und des Displays
- Dialog zwischen Bediener und System

Zu jedem Bereich werden Fragen gestellt, die standardmäßig zu beantworten sind. Als Antwortmöglichkeit werden:

- Keine Sicherheitsbedenken „None“
- Geringe Sicherheitsbedenken „Minor“
- Beträchtliche Sicherheitsbedenken „Serious“
- Nicht anwendbar „NA“

angeboten, wobei immer zu bewerten ist, ob sich aus der Bedienung der Mensch-Maschine-Schnittstelle des Systems ein Risiko für den Fahrer oder anderen Verkehrsteilnehmer ableiten lässt.

„Is the apparent size of the display images appropriate to their function?“ ist eine beispielhaft ausgewählte Frage zum Bereich F: Dialog zwischen Bediener und System – Präsentation der visuellen Informationen.

Als Entscheidungshilfe sind zu einigen Fragen Aussagen angegeben, die mit „wahr“, „falsch“ oder „nicht anwendbar“ zu beantworten sind und dadurch dem Bewerter unterstützen sollen, die relevante Charakteristik des Systems zu identifizieren. Die korrespondierende Aussage zur beispielhaft ausgewählten Frage lautet: „Information requiring immediate action is more prominent?“

Insgesamt werden 47 Fragen zu den sechs Bereichen gestellt, wobei weitere 152 Fragen als Entscheidungshilfen zu beantworten sind.

Im Anhang der Checkliste werden zu allen Bereichen unterstützende Informationen angeboten. Diese Informationen dienen als eine Art Bedienungsanleitung für den Bewerter, der hierdurch das Grundprinzip der Checkliste erkennen soll. In diesen Informationen sind darüber hinaus auch Referenzen zu korrespondierenden Normen aufgeführt.

Zusammenfassender Bericht der zweiten Stufe

In diesem abschließenden Bericht sollten noch einmal gute und schlechte Eigenschaften des Systems angemerkt werden. Ebenso sollten hier Kommentare zu allen in den Fragen identifizierten Sicherheitsbedenken gemacht und womöglich noch mit Hinweisen versehen werden, wie diese Defizite bewältigt werden können.

2.5. SAE J2364 „15-Second Rule“

Die Society of Automotive Engineers“ (SAE) entwickelte im Januar 2000 ein Verfahren zur Bewertung von Fahrerassistenzsystemen in Fahrzeugen [Green 1999]. Oberster Bewertungsgrundsatz ist, die Ablenkung zu begrenzen, die durch visuelle Anfragen an den Fahrer während der Fahrt hervorgerufen werden.

Dieser Grundsatz ist sowohl für original Serien-, als auch für nachrüstbare Systeme anwendbar. Er bietet eine Designanforderung, welche den Zeitablauf einer visuellen Information und der manuellen Interaktion des Fahrers während der Fahrt begrenzt.

Hierfür wird die „total task time“ als eindimensionales Kriterium gemessen. Das ist die Zeit, die benötigt wird, um eine „task“ zu vollenden.

Eine „task“ ist eine Reihe von aufeinanderfolgenden Bedienhandlungen, die zu einem „goal“ führen. Der Fahrer bleibt normalerweise bei dieser Reihe von Bedienhandlungen, bis das „goal“ erreicht ist.

Ein „goal“ ist ein Endzustand eines Systems, den der Fahrer erreichen wollte.⁶

Ausgangspunkt für die Bewertung anhand der SAE Recommended Practice ist die „static total task time“, die Bediendauer für eine gewünschte Funktion des FAS (bei stehendem Fahrzeug). Die Bediendauer jeder Funktion, die der Fahrer während der Fahrt nutzen kann, soll weniger als 15 Sekunden betragen, wenn das Fahrzeug steht (15-second-rule).

Bei der Ermittlung des konkreten Zahlenwerts für das Zeitlimit wollte man einen Nachteil für den Fahrer minimieren und hierbei die bestehenden Standards und Designverfahren berücksichtigen sowie die Literatur der Arbeitswissenschaft anwenden.

Experten aus dem Unterausschuss für Navigationssysteme forderten ein Fenster zwischen 3 und 60 Sekunden, während in der Literatur Nachweise für maximale Zeiten zwischen 9 und 12 Sekunden geführt wurden [Tijerina et al. 1998], [Campbell et al. 1997], [JAMA 1996].

Man wollte natürlich einen Kompromiss finden, dem alle Experten der Unterausschüsse zustimmen konnten und so verständigte man sich

⁶ In diesem Absatz wurden einige Definitionen aus der SAE Recommended Practice übernommen und wiedergegeben.

auf die 15 Sekunden, mit dem Hinweis, dass Bedienhandlungen von kürzerer Dauer die Verkehrssicherheit begünstigen würden.

Dieses Bewertungsverfahren möchte Bedienkonzepte belohnen, die den Fahrer nicht von seiner Primäraufgabe, das Führen eines Fahrzeuges, ablenken. Es ist jedoch schwer, voraussagend abzuschätzen, in wie weit eine Interaktion mit eingebauten Systemen das Unfallrisiko erhöht. Was jedoch nachvollziehbar ausgesagt werden kann ist, dass das Unfallrisiko steigt, wenn der Fahrer nicht auf das Verkehrsgeschehen sieht (d.h. er richtet seinen Blick in das Fahrzeuginnere, um Bedienhandlungen vorzunehmen oder um ein Display abzulesen) [Wierwille 1995]. In der Tat ist es sehr aufwendig und kostspielig, Blickzeitmessungen durchzuführen.

Die 15-Second-Rule bedient sich der „static total task time“ als Ersatz für die visuelle Ablenkung, weil es leicht zu messen ist und in einem frühen Stadium der Produktentwicklung bereits getestet werden kann.

Die Messung der statischen Bedienzeit

Die Zeitnahme beginnt, wenn der Fahrer die Hand vom Lenkrad nimmt, um eine oder eine Folge von Bedienhandlungen zu starten. Ausgangspunkt auf dem Display ist das Startmenü.

Die Zeitnahme ist abgeschlossen, wenn das System die letzte Bedienhandlung rückmeldet.

Dazwischen läuft die Zeit ohne Unterbrechung (auch bei Fehlerzeiten) weiter. Ausgenommen sind Unterbrechungen länger als 1,5 Sekunden, die zu Lasten des Systems gehen und als solche zu erkennen sind.

Jede Task (Folge von Bedienhandlungen) wird dreimal pro Versuchsperson durchgeführt. Als statische Bedienzeit wird das arithmetische Mittel der drei Zeiten berechnet.

Nachweisforderung

Für eine abschließende Bewertung der Verkehrssicherheitstauglichkeit einer Task benötigt man 5 bis 10 Versuchspersonen.

- Sind die statischen Bedienzeiten der ersten fünf Versuchspersonen kürzer als 15 Sekunden, so entspricht diese Task der empfohlenen Richtlinie.
- Sind sechs der ersten sieben Versuchspersonen innerhalb der 15 Sekunden Grenze, so entspricht diese Task der empfohlenen Richtlinie.
- Haben acht von zehn Versuchspersonen eine statische Bedienzeit kürzer als 15 Sekunden, dann entspricht diese Task der empfohlenen Richtlinie.
- Gibt es Tasks, bei denen mindestens drei Versuchspersonen eine statische Bedienzeit von mehr als 15 Sekunden haben, so ent-

spricht dieser nicht der empfohlenen Richtlinie und sollte auch nicht während der Fahrt zu Verfügung stehen.

Die Richtlinien der SAE bieten ein Verfahren, mit dem man die visuelle Ablenkung abschätzen kann, indem man die statische Bedienzeit als Ersatzmessung heranzieht.

Dieser absolute Wert einer Bedienhandlung im stehenden Fahrzeug ist nur sehr begrenzt für die Gestaltung von Schnittstellen anwendbar.

Auch wenn sicherlich ein Zusammenhang zwischen Gesamtbedienzeit (total task time) und „Augen-ab-von-der-Straße-Zeit“ und ein Zusammenhang zwischen „Augen-ab-von-der-Straße-Zeit“ und der Unfallhäufigkeit besteht [Wierwille 1995], so sind doch viele weitere zusätzliche Faktoren zu berücksichtigen, die die wirkliche Ablenkung des Fahrers messen und beurteilen. Hier ist es auch besonders wichtig zu beachten, dass die Grenzen der zulässigen Ablenkbarkeit des Fahrers abhängig sind von der „workload“ der Fahrsituation und von den individuellen Fähigkeiten des Fahrers.

2.6. MMI – Prüfliste des Fraunhofer Instituts

[Nirschl, Blum 1999]

Die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen kann grundsätzlich durch experimentelle Verfahren, durch theoretische Verfahren und durch Prüf- oder Checklisten bewertet werden.

Das Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) entwickelte 1999 ebenfalls ein Verfahren und Werkzeug zur Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen im Kraftfahrzeug, die MMI-Prüfliste. Für dieses Verfahren wurden aus der Literatur Kriterien zusammengestellt, die bei der Beurteilung von Mensch-Maschine-Systemen in Kraftfahrzeugen unter dem Aspekt der Verkehrssicherheit relevant sind. Die Kriterien werden nach Ausmaß des Einflusses auf die Verkehrssicherheit gewichtet und als Entscheidungsfrage in Form einer Prüfliste aufbereitet.

Diese Prüfliste soll den Bewerter von Mensch-Maschine-Systemen in Kraftfahrzeugen unterstützen festzustellen, ob das Bedienkonzept dieses Systems die Verkehrssicherheit beeinträchtigen kann.

Das Verfahren beansprucht für sich, je nach Eingabe von Geräteeigenschaften zu erkennen, welche Prüfkriterien aus einem Kriterienpool für das jeweilige Gerät relevant sind.

Der Pool mit Kriterien, die für die Verkehrssicherheit relevant sind, wurde erstellt aus:

- Vorhandenen Prüflisten zur Verkehrssicherheit
- Normen zur Dialoggestaltung

- Untersuchungen zu Einzelaspekten der Verkehrssicherheit, z.B. zur Verwendung von Spracheingabe und Sprachausgabe im Kraftfahrzeug
- Entwurfsrichtlinien und -empfehlungen für Mensch-Maschine-Systemen
- Bewertungsverfahren zur Benutzungsfreundlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen

Des Weiteren unterscheidet die Prüfliste zwischen Kriterien, die für alle denkbaren Mensch-Maschine-Systeme im Kraftfahrzeug anwendbar sind und solchen, die beispielsweise nur relevant sind für

- Bestimmte Gerätearten, z.B. die Auffälligkeit von Warnanzeigen bei Warnsystemen
- Eine bestimmte Art der Systemausgabe, z.B. ein geeigneter Kontrast bei optischen Anzeigen
- Bestimmte Gerätearten in Verbindung mit einer definierten Art der Systemausgabe, z.B. die Unterscheidbarkeit sicherheitskritischer Audiosignale bei Warnsystemen, die akustische Ausgaben vornehmen
- Geräte mit Displayausgaben, z.B. die Schriftgröße einer Textausgabe

Prinzip des Bewertungsverfahrens MMI-Prüfliste

Abbildung 10 veranschaulicht das Prinzip der MMI-Prüfliste des Fraunhofer-Instituts. Die Abbildung zeigt das Zusammenwirken zwischen dem menschlichen Bewerter eines Systems, dem zu seiner Unterstützung entwickelten Programmwerkzeug und der Wissensbasis⁷ des Bewertungsverfahrens auf.

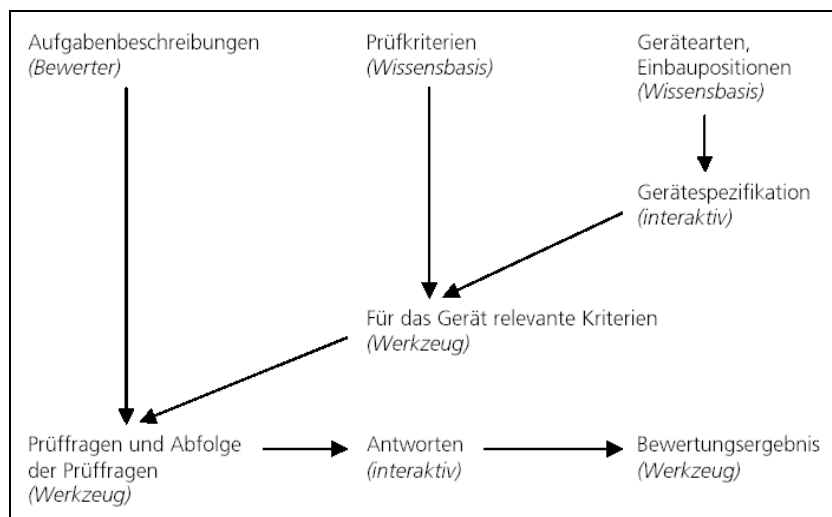


Abbildung 10: Prinzip des Bewertungsverfahrens MMI-Prüfliste [Nirschl, Blum 1999]

⁷ Die Wissensbasis des Verfahrens besteht aus dem Prüfkriterienpool. Ebenso enthält die Wissensbasis die Informationen, welche Kriterien bei welcher Gerätespezifikation relevant sind.

Gerätespezifikation

Für das Verfahren mit der MMI-Prüfliste ist es sehr wichtig, das zu bewertende Gerät sehr genau zu spezifizieren. Hierfür benötigt das Programm Informationen zum vorliegenden Spektrum an Anzeige- und Bedienelementen und Dialogabläufen, sowie zur Geräteart und möglichen Einbaumöglichkeiten von Eingabe- und Ausgabeelementen.

Abbildung 11 zeigt, in welcher Form die Informationen der Gerätespezifikation eingegeben werden müssen.

MOTIV MMI-Prüfliste - Gerätespezifikation

Bewertung der Verkehrssicherheit von Bedienkonzepten

Prüfer Datum Fahrzeugtyp

Situation/Benutzergruppe

Geräteart

Gerätebezeichnung

Einbauposition der Bedienelemente

Wird Spracheingabe eingesetzt? Ja Nein

Art(en) der Systemausgabe? optisch akustisch haptisch

Einbauposition der optischen Anzeigen

Wird ein Display eingesetzt? Ja Nein

Ist Sprachausgabe vorhanden? Ja Nein

Zum Spezifizieren eines neuen Geräts oder Anschauen der Gerätebeschreibung und Laden der Aufgabenbeschreibungen

Abbildung 11: Beispiel für eine Gerätespezifikation (MMI-Prüfliste) [Nirschl, Blum 1999]

Aufgabenbeschreibung

Der Bewerter erstellt nun, als notwendige und sehr zeitaufwändige weitere Vorarbeit zur Bewertung, die Aufgabenbeschreibungen mit Hilfe eines Texteditors (siehe Abbildung 12). Die Aufgabenbeschreibung ist die Folge von Aktionen des Bedieners, um eine Aufgabe (z.B. Autotelefon: Anrufen mit Auswahl aus dem Adressbuch) erfüllen zu können. In der Bewertung mit der MMI-Prüfliste werden diese Aktionen wie bei einem „cognitive walkthrough“ [Polson et al. 1992] durchlaufen und anhand der Kriterien bewertet.

Abbildung 12 zeigt als Beispiel einer Aufgabenbeschreibung für ein Autotelefon mit Freisprecheinrichtung das Anrufen mit Auswahl aus dem Adressbuch.

Die Aktionen des Bedieners können Informationsaufnahme sowie Bedienaktion sein. Bei Informationsaufnahme muss noch genauer die Art der zugehörigen Informationsausgabe durch das Gerät angegeben werden, damit bei der späteren Bewertung irrelevante Kriterien herausgefiltert werden können.

Aufgabe
Anrufen mit Auswahl aus Adreßbuch // Anfangszustand: Handy eingeschaltet
Bedienaktion Speicher-Taste betätigen
Informationsaufnahme Menüauswahl anschauen optisch
Bedienaktion Suchen-Taste betätigen
Informationsaufnahme Ersten Eintrag lesen optisch
Bedienaktion Pfeil-nach-unten-Taste betätigen
Informationsaufnahme Zweiten Eintrag lesen optisch
Bedienaktion Wählen-Taste betätigen

Abbildung 12: Beispiel für eine Aufgabenbeschreibung: Anrufen mit Auswahl aus Adressbuch [Nirschl, Blum 1999]

Kriterienformulierung und Wertebereiche

Sind die Spezifizierung des Gerätes sowie die Aufgabenbeschreibung abgeschlossen, so erstellt das Programmwerkzeug die Prüffragen mit den relevanten Kriterien.

Für das in Abbildung 11 angegebene Telefon ergeben sich in Verbindung mit Aufgabenbeschreibung wie in Abbildung 12 eine Gesamtzahl von 82 Prüffragen.

Da die meisten der ausgewählten Prüffragen nur beim Vorliegen bestimmter Geräteeigenschaften anwendbar sind, unterscheidet das Verfahren nochmals in Kriterien, die überprüft werden für

- jeden Aufgabenschritt jeder Aufgabe,
- jede Informationsaufnahme,
- jede visuelle Informationsaufnahme,
- jede auditive Informationsaufnahme,
- jede Bedienaktion,
- jede vom Bewerter als praxisrelevant eingeschätzte Fehlbedienung,
- jede einzelne Aufgabe und
- das zu bewertende Gerät als Ganzes (aufgabenübergreifend)

und nimmt sie je nach vorliegender Gerätespezifikation mit in die Liste der relevanten Kriterien mit auf.

Bei den Prüffragen unterscheidet das Verfahren noch zwischen Prüffragen zu KO-Kriterien und Prüffragen zu schwerwiegenden oder geringfügigen Kriterien.

Ein einziger Verstoß gegen ein KO-Kriterium führt dazu, dass das zu bewertende Gerät als „verbesserungspflichtig“ eingestuft wird. Verstöße gegen Nicht-KO-Kriterien (schwerwiegende und geringfügige) verschlechtern den Ergebniswert.

Als Beispiel für ein KO-Prüfkriterium gehört die Frage:

„Kann die Aufgabe nach diesem Schritt unterbrochen werden?“

Dieses Kriterium ist für alle Gerätearten bei jeder Bedienaktion relevant. Es kann mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden. Wird diese Frage mindestens einmal mit „Nein“ beantwortet, so wird das zu bewertende Gerät vom Programmwerkzeug als „verbesserungspflichtig“ eingestuft.

Als Beispiel für ein schwerwiegendes Kriterium gehört die Frage:

„Ist erkennbar, welcher Schritt zum Ziel erfolgte?“

Dieses Kriterium ist für alle Gerätearten bei Informationsaufnahmen nach Bedienaktionen relevant.

Zu einem geringfügigen Kriterium zählt die Frage:

„Wird die visuelle Information konsistent dargestellt?“

Dieses Kriterium ist für alle Geräte mit optischer Anzeige relevant. Es ist aufgabenübergreifend und bei der Bewertung nur einmal zu beantworten.

Beantwortung der Prüffragen

Um den Bewertungsablauf zu vereinfachen, sind die Prüfkriterien als Entscheidungsfragen formuliert. Ein Teil der Prüffragen können mit „ja“ – „nein“ beantwortet werden, die übrigen Fragen haben den erweiterten Wertebereich „ja“ – „eingeschränkt ja“ – „eingeschränkt nein“ – „nein“.

Abbildung 13: Das Bewertungsformular der MMI-Prüfliste [Nirschl, Blum 1999]

Abbildung 13 zeigt das Bewertungsformular des Programmwerkzeugs der MMI-Prüfliste. In diesem Beispiel wird die erste Prüffrage zum ersten Schritt der bereits bekannten Beispielaufgabe (siehe Abbildung 12) angezeigt. Jede der in der Aufgabenbeschreibung eingegebenen Aktionen muss in solch einem Formular beantwortet werden.

Bewertungsergebnis des MMI-Prüflistenverfahrens

Als Ergebnis bietet das Bewertungsverfahren zum einen die Aussage, ob das bewertete Gerät verbesserungspflichtig ist oder nicht (bei Nichterfüllung eines KO-Kriteriums ist das Gerät bereits verbesserungspflichtig). Zum anderen wird durch das Programmwerkzeug auch ein Verbesserungspotenzial errechnet.

Die Formel für das Verbesserungspotenzial lautet:

$$\frac{\text{Summe der gewichteten vorgenommenen Bewertungen zu Fragen zu Nicht-KO-Kriterien}}{\text{Summe der schlechtestmöglich gewichteten Bewertungen zu denselben Fragen}} \cdot 100\%$$

Der Wert 0% bedeutet ein optimales Ergebnis und 100% ein sehr schlechtes Ergebnis. Ein Gerät, für das sich beispielsweise ein Verbesserungspotenzial von 5,5% berechnet, hätte ein sehr gutes Ergebnis bezüglich der ergonomischen Gestaltung.

Teilaufgaben, die bewertet wurden und bei denen Aufgabenbeschreibungen wiederholt vorkommen, werden bei der Ergebnisberechnung nur einmal berücksichtigt, unabhängig davon, wie oft sie in anderen Aufgaben enthalten sind. Bei der Berechnung des Verbesserungspotenzials wurden folgende heuristisch gewählte Gewichtungen für die Einzelbewertungen verwendet:

Wenn die Antwort »ja« für die Verkehrssicherheit positiv ist:

	Schwerwiegend	Geringfügig
Ja	0	0
Eher ja	0.3	0.15
Eher nein	0.7	0.35
Nein	1	0.5

Wenn die Antwort »nein« für die Verkehrssicherheit positiv ist:

	Schwerwiegend	Geringfügig
Ja	1	0.5
Eher ja	0.7	0.35
Eher nein	0.3	0.15
Nein	0	0

Die Validierung dieser Gewichtungen sowie die Kalibrierung zur Ermittlung eines quantitativen Bewertungsmaßes (Verbesserungspotenzial) stehen nach Aussage des Fraunhofer-Instituts noch aus.

2.7. RESPONSE⁸

Wie bei allen Systemen, die von Menschen bedient werden, ist auch bei ADAS⁹ die Sicherheit, Leistungsfähigkeit und der Bedienkomfort weitestgehend von der Anwendung guter Gestaltungsrichtlinien im Entwicklungsprozess abhängig. Das gegenseitige Einwirken und die Kompatibilität von Systemphilosophie und Systemzielen, den Absichten des Fahrers, seinem kognitiven Modell, der Systemfunktionalität, des Fahrers psychomotorische Fähigkeiten und die Bedingungen der Straßenumgebung müssen in der Konzeptionsphase der Entwicklung berücksichtigt werden.

Die TÜV Kraftfahrt GmbH als Generalunternehmer mit zahlreichen Partnern entwickelte im Rahmen des Fourth Framework Telematics Applications Programme Transport Sector Contract TR 4022 der Europäischen Gemeinschaft eine Checkliste für die theoretische Einschätzung von ADAS [Kopf et al. 1999]. Ziel dieses Projekts ist eine nutzerorientierte Entwicklung und Prüfung von zukünftigen ADAS unter der Berücksichtigung von rechtlichen Aspekten, die bei einer Examination und bei einer Markteinführung solcher Produkte aufgeworfen werden. Systeme zur automatischen Unterstützung des Fahrers bedürfen der sorgfältigen Integration in das Fahrer-Fahrzeug-Gefüge. Es ist bereits abzusehen, dass die weitere Entwicklung von Funktionen der ADAS immer mehr in den Bereich der eigentlichen Fahrzeugkontrolle vordringen und somit den Fahrer in bestimmten Verkehrssituationen „abschalten“. Solche „aktiven“ ADAS, wie Adaptive Cruise Control (ACC) oder Stop & Go Assistenten sind eine neue Herausforderung für die Entwicklung und deren Bewertung, denn die Auswirkungen solcher Systeme reichen weit über technische Fragen wie Sicherheit und Leistungsfähigkeit hinaus.

Dies wirft eine Vielzahl von übergreifenden Fragen jenseits der technischen Machbarkeit auf, die zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Entwicklung gestellt und vor der Markteinführung geklärt werden müssen.

Das Tool "Checklist for Safety and Driver Compatibility of ADAS", welches im RESPONSE Projekt entwickelt wurde, legt den Schwerpunkt der Betrachtung auf Breite und Vollständigkeit der Bewertung und weniger auf Details, da es in einer frühen Entwicklungsphase des ADAS angewendet werden soll.

Als subjektives Tool wurde es als Gedächtnisstütze für den Personenkreis entwickelt, der sich mit Konzeptentwürfen von sozio - technischen Systemen in Fahrzeugen befasst. Das kann ein Systementwickler sein, ebenso wie ein Experte für HMI¹⁰, ein Rechtsberater,

⁸ RESPONSE: Vehicle Automation – Driver Responsibility – Provider Liability – Legal and Institutional Consequences, Gemeinschaftsforschungsprojekt im Telematics Application Programme des European's Fourth Framework

⁹ ADAS = Advanced Driver Assistance Systems (weiterentwickelte Fahrerassistenzsysteme)

¹⁰ HMI = Human-Maschine-Interface

Marketingexperte, Verhaltenspsychologe oder andere, die in die Entwicklung von *ADAS* Konzepten involviert sind.

Die *RESPONSE* Checkliste findet Anwendung für Systeme,

- die die Hauptfahraufgabe (oder Bereiche davon) unterstützen, wobei die Hauptfahraufgabe aus Informationsbeschaffung, Informationsverarbeitung und Aktionen besteht, die unmittelbar notwendig sind, um von Ort „A“ nach Ort „B“ zu gelangen.
- die vom Hersteller oder in Kooperation mit dem Hersteller in das Fahrzeug eingebaut wurden. Nicht-dedizierte after-market Systeme sind von der Bewertung mit der *RESPONSE* Checkliste ausgeschlossen.

Struktur der *RESPONSE* Checkliste

Während der Arbeit an der *RESPONSE* Checkliste wurden bereits bestehende andere relevante Checklisten überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass hauptsächlich zwei Arten von Fragestellungen existieren:

1. Fragen nach der Charakteristik oder den Eigenschaften des Fahrerassistenzsystems.
2. Fragen nach den Auswirkungen des Systems auf die Verkehrsumgebung und die Mensch-Maschine-Interaktion.

Aus diesem Grund entschlossen sich auch die Verfasser der *RESPONSE* Checkliste diese in zwei Teile zu gliedern.

Der Teil A beinhaltet ein strukturelles Gerüst, um das *ADAS* zu beschreiben. Er besteht aus Kategorien der Spezifikation, wie z.B. „Grad der Automation“, „Situative Grenzen“, „Mensch-Maschine-Schnittstelle“, „Produktinformation“, usw. Dieser Teil wurde in erster Linie als Hilfe für die Spezifikationsphase erstellt. Im weiteren Verlauf dient dieser Teil als Datenbasis für weitere Systembewertungen.

Der Teil B enthält dann alle Fragen, die die möglichen Effekte des Systems und deren Bewertung beleuchten. Die Fragen beziehen sich unter anderem auf Evaluationskriterien, wie „Kontrollierbarkeit“, „Verständlichkeit“, „Verantwortlichkeit / Verbindlichkeit“, „Missbrauchspotenzial“, „Makroskopische Effekte für den Verkehr“, „Akzeptanz“, usw.

Diese Fragestellungen sollen nicht einfach nur beantwortet werden, sondern sie dienen vielmehr als Ausgangspunkt einer multidisziplinären Diskussion.

Teil A

Der Teil A der Checkliste, als Spezifikationsrahmen des ADAS beinhaltet die weiter unten aufgeführten Kategorien. Die Kategorien mit ihren Unterkategorien wurden so ausgesucht, dass die spezifischen Systeminformationen einer Kategorie sich nicht mit den Informationen einer anderen Kategorie überlappen.

Kategorien Teil A

Zu jeder Kategorie gibt es erläuternde Hinweise, die das Ausfüllen der Fragebögen erleichtern sollen. Auszugsweise sind auf Seite 36 die erläuternden Hinweise zur Kategorie *Systemnutzer* aufgelistet.

- I. Systemnutzer
- II. Beachtete Nutzerbedürfnisse
- III. Unterstützte Tätigkeiten
- IV. Funktionelle Beschreibung
- V. Grad der Automation
- VI. Mensch-Maschine-Schnittstelle
- VII. Einhaltung von Richtlinien und Straßenverkehrsgesetzen
- VIII. Situative Grenzen
- IX. Systemfehler
- X. Produktinformationen
- XI. Wartung
- XII. Systempreis

I. Users of the System

a) *Specify the group of users for which the system is designed for.*

A. Intended User Group

A.1 Professional Drivers

- truck drivers
- taxi drivers
- driving teachers
- others

A.2 Businessmen (using the system mainly for professional purposes)

A.3 Private persons

A.4 Others

b) *Try to characterise the Intended User Group with respect to*

B. Characteristics of the Intended User Group

B.1 Age

B.2 Sex

B.3 Bodily Dimensions

B.4 Driving Education

B.5 Driving Experience

B.6 Driving Style

B.7 Psychomotor Performance

B.8 Personality

B.9 Handicaps (sensorically, mentally, physically)

B.10 Cultural Background (Language, Cultural Stereotypes, Righthand / Lefthand Traffic ...)

B.11 Possible Expectations with Respect to the System

B.11 others

c) *Try to find groups of users who have access to equipped cars and who might use the system unintentional, by chance, in violation of regulations*

C. Possible users for whom the system is not intended

d) *Specify, where their characteristics **differ** from those of the intended user groups*

D. Differences between intended users and other possible users

D.1 through D.10 like B.1 to B.10

Abbildung 14: Beispiel für erläuternde Hinweise in RESPONSE Teil A zur Kategorie Systemnutzer [Kopf et al. 1999]

Teil B

Im Teil B befinden sich 60 Fragen (items) in einem Fragebogen, der nach folgenden Kategorien gegliedert ist:

Kategorien Teil B

1. Mensch-Maschine-Schnittstelle und System Layout
2. Systemverständnis
3. Verhaltensaspekte
4. Missbrauch
5. Durchführbarkeit
6. Interaktion mit der Verkehrsumgebung
7. Wirtschaft

Items	evaluation concepts																		
	Perceptibility	Comprehensibility	Learnability	Predictability	Controllability	Behavioural Changes	Traffic Safety / Risk	Macroscopic Effects	Responsibility/Liability	Driving Efficiency	Driving Economy	Workload / Fatigue	Vigilance	Error Robustness	Emotional Issues	Trust	Misuse Potential	Benefits / Acceptance	
1. Do the system reactions correspond to the previous experiences and expectations derived from driving or using related systems (expectation conformity)?																			
2. Does the driver get a clear feedback of the selection of the different system modes / system states ?																			
3. Can critical situations arise if the user (driver) wants to activate the system and the system is not available ?																			
4. Is the user informed if a detectable system error occurs?																			
5. Are system messages , which are relevant for the driving task, displayed in the time with respect to the situation?																			
6. Is it possible to adjust system parameters (e.g. distance) to traffic and environmental conditions (e.g. view conditions)?																			

Abbildung 15: Fragen der RESPONSE Checkliste aus Teil B zur Kategorie Mensch-Maschine-Schnittstelle und System Layout [Kopf et al. 1999]

Für jede Frage (item) in Teil B der RESPONSE Checkliste wird angegeben in welchem Ausmaß sie mit einem Evaluationskonzept aus RESPONSE korreliert. In Abbildung 15: **Fragen der RESPONSE Checkliste aus Teil B zur Kategorie Mensch-Maschine-Schnittstelle und System Layout** sieht man die unterschiedlichen Korrelationsausprägungen der Checklist Items. Hierbei bedeutet:

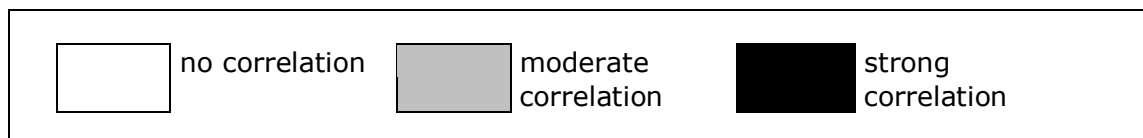


Abbildung 16: Korrelationsausprägungen der Checklist Items in RESPONSE [Kopf et al. 1999]

Evaluationskonzepte in RESPONSE

Die Evaluationskonzepte sind der eigentliche Ausgangspunkt bei der Entwicklung der Checkliste in RESPONSE. Sie sind in erster Linie Kriterien, nach denen die Systeme in Fahrzeugen bewertet werden können. Die Items in Teil B der Checkliste wurden definiert, um alle Bereiche der Evaluationskonzepte zu reflektieren und abzudecken. Da es sich bei der RESPONSE Checkliste um ein Bewertungstool handelt, dass in einer sehr frühen Phase des Entwicklungszyklus eingesetzt

werden soll, wurde bei der Auswahl der Kriterien der Schwerpunkt auf Breite und Vollständigkeit gelegt.

Ein Fahrerunterstützungssystem interagiert in vielfältiger Weise mit anderen, mehr oder weniger komplexen Systemen in seiner Umgebung. Das RESPONSE Konsortium ist der Meinung, dass es oft sehr schwer ist, Messungen und Bewertungen in einem mehr oder weniger geschlossenen System zu machen und so betrachten die ausgewählten Kriterien die Interaktion zwischen den jeweiligen Untersystemen. Die

Abbildung 17 verdeutlicht die Anordnung und Beziehungen der Systeme und Subsysteme.

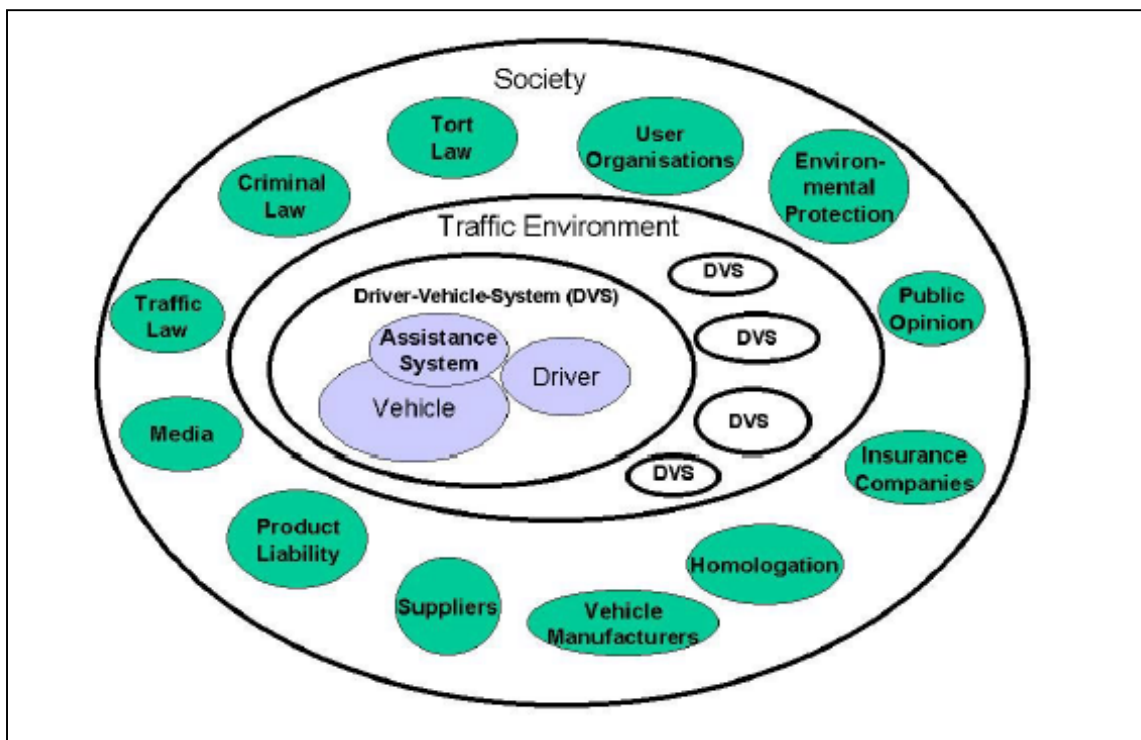


Abbildung 17: Das Fahrerassistenzsystem eingebettet in der Gesellschaft [Kopf et al. 1999]

Im Folgenden werden die einzelnen Evaluationskonzepte aufgelistet. Sie sind gruppiert, je nach dem welche Schnittstelle sie in der Abbildung 17 überwiegend betrachten.

Fahrer bezogene Konzepte

- Verhaltensänderungen - Behavioural Changes
- Auslastung / Ermüdung des Fahrers - Workload / Fatigue
- Wachsamkeit - Vigilance
- Emotionale Aspekte - Emotional Issues
- Nutzen und Akzeptanz für den Fahrer – User Benefit / Acceptance

Konzepte bezogen auf die Interaktion Fahrer \leftrightarrow Fahrzeug mit ADAS

- Wahrnehmbarkeit - Perceptibility
- Verständlichkeit - Comprehensibility
- Erlernbarkeit - Learn ability
- Fehlerrobustheit - Error Robustness
- Vertrauen - Trust
- Missbrauchspotenzial - Misuse Potential

Konzepte bezogen auf die Interaktion Fahrer-Fahrzeug-System \leftrightarrow Verkehrssystem

- Kontrollierbarkeit - Controllability
- Mikroskopische Effekte auf den Verkehr - Microscopic Traffic Safety
- Vorhersagbarkeit - Predictability
- Fahreffizienz - Driving Efficiency
- Wirtschaftlichkeit des Fahrens - Driving Economy

Konzepte bezogen auf die Interaktion Verkehrssystem \leftrightarrow Soziales Umfeld

- Verantwortlichkeit / Haftbarkeit - Responsibility / Liability
- Makroskopische Effekte auf den Verkehr - Macroscopic Traffic Effects

In der Abbildung 18 auf Seite 40 sind auszugsweise Definitionen aus dem Anhang der RESPONSE Checkliste aufgeführt, die dem Anwender des Bewertungstools hilfreiche Erläuterungen zu den grundlegenden Kriterien für die Evaluation von Systemen in Fahrzeugen geben sollen.

Nutzung der RESPONSE Checkliste im Entwicklungsprozess

Die RESPONSE Checkliste wurde erstellt, um Systementwicklern, MMI Experten, Rechtsberatern, Marketingexperten und Verhaltenspsychologen eine Hilfe an die Hand zu geben, um in einem sehr frühen Stadium des Entwicklungsprozesses die Qualität eines Systems subjektiv abschätzen zu können. Nach der Vorstellung der Checklistenverfasser soll dies bereits in der Systemkonzeptionsphase geschehen, in der zunächst nur die Idee eines Produkts der Zukunft existiert. Zu diesem Zeitpunkt gibt es noch keine Hardware und noch keine Software zu diesem Produkt und die Entwickler haben noch alle Freiheiten in ihrer Arbeit zur Verfügung.

1. Driver related Concepts

Behavioural Changes

Behavioural changes due to the use of a new ADAS, compared to driving without ADAS can occur:

- On the part of the assisted driver,
- On the part of traffic participants in the environment of the equipped vehicle.
- For the assisted driver these changes can be,
- Short term (immediately at first system use),
- Medium term (in the learning phase),
- Long term (after completed learning phase; sustaining adaptations in driving style, loss of skills etc.) in driving style, loss of skills etc.

They can affect:

- Driving with ADAS,
- Normal driving without ADAS.

In particular, problems can occur by changing from an equipped to an unequipped vehicle due to transfer effects, or loss of skills for example.

In addition, new ADAS may result in changes of workload / fatigue and vigilance resulting in behavioural changes and changes in the observation of traffic rules.

Misuse of the system is another short, medium or long term behavioural effect. (see below).

Abbildung 18: Erläuterungen zu den fahrerbezogenen Evaluationskonzepten (Kriterien) [Kopf et al. 1999]

Im Teil A der Evaluation ist der Entwickler dazu aufgefordert, sich ein klares und vollständiges Bild des zukünftigen Produktes zu machen, welches er in einer detaillierten Systemspezifikation vorübergehend festlegt. Diese Spezifikation gilt somit vorerst als Basis für alle folgenden Schritte im Entwicklungsprozess und somit auch als Basis für die Anwendung der Fragen aus Teil B der Checkliste.

Diese Fragen aus Teil B machen dem Anwender der Checkliste alle möglicherweise auftretenden Probleme während der Systementwicklung, Produktion, Markteinführung und Anwendung bewusst. Fragen, Ergebnisse und Antworten sollten überdacht und mit Mitarbeitern aus vielen anderen Arbeitsgebieten nachbesprochen werden.

Abbildung 19 zeigt die Anwendung der RESPONSE Checkliste im Prozess der Produktentwicklung.

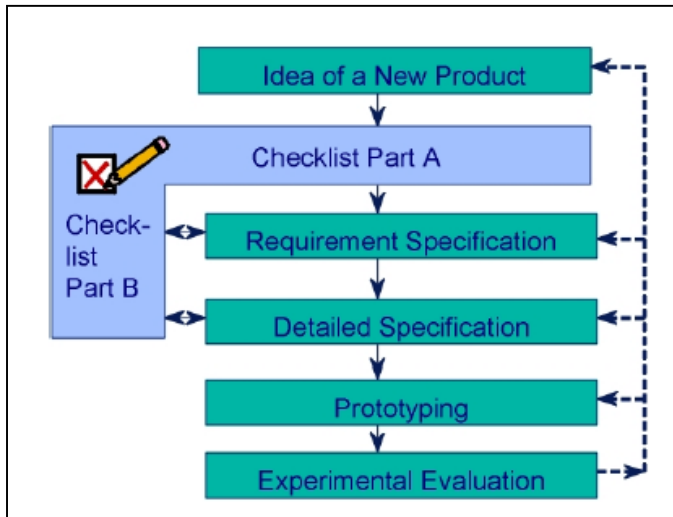


Abbildung 19: Anwendung der RESPONSE Checkliste bei der Produktentwicklung [Kopf et al. 1999]

Der Entwicklungsprozess versteht sich als iterative Prozedur und so sollen in jedem Iterationszyklus beide Teile der Checkliste angewendet werden, während die hieraus resultierenden Ergebnisse zu einer Abänderung der Spezifikation führen können.

Adaptionsmöglichkeit der Checkliste

Die RESPONSE Checkliste berücksichtigt auch den Fakt, dass es für bestimmte Arbeitsbereiche nicht so interessant ist, die komplette Analyse eines Systems mit der Anwendung aller Evaluationskonzepte durchzuführen. Juristen haben mehr Interesse an Verantwortlichkeit und Haftbarkeit, während MMI Experten verstärkt an den Evaluationskonzepten Wahrnehmbarkeit, Erlernbarkeit und Verständlichkeit interessiert sind. Aus diesem Grund wurden in beiden Teilen der Checkliste Referenzen zu den entsprechenden Konzepten gesetzt, um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, die Checkliste nach seinen spezifischen Interessen zu adaptieren.

Für Teil A wurde eine Kreuzreferenzmatrix (siehe Abbildung 20) erstellt, die die Kategorien der Spezifikation (z.B.: Systemnutzer, Funktionelle Beschreibung, Produktinformationen) mit den Evaluationskonzepten verlinkt.

Möchte man zum Beispiel nur die Teile des Systems untersuchen, die eine Auswirkung auf die Wahrnehmbarkeit haben, so geht man in der Matrix in die Spalte „Wahrnehmbarkeit - Perceptibility“ und findet die verlinkten Kategorien „Systemnutzer – System User“ und „MMI“, mit ihren Unterkategorien B, D bzw. B.

Specification Categories	Evaluation Concepts							
	Perceptibility	Comprehensibility	Learnability	Predictability	Controllability	Behav. Change	Micr. Traffic Safety	Macr. Traffic Effects
I. System Users	B, D	B, D	B, D	B, D	B, D	B, D	A - D	A - D
II. Enc. User Need								
III. Supported Task					A, B, C	A, B, C	A - C	A - C
IV. Functional Description		B-J Complexity	D, E	B, D-F, H-J	C - I	A -K	B - I, K	J
V. Level of Automation					A, B	A, B	A, B	A, B
VI. MMI	B	A, B	B	B	A, B	A, B	A, B	
VII. Compliance to Standards / Law	HMI-Standards							X
VIII. Sit. Boundaries		A-D		A-D	A - D	A - D	A - D	A - D
IX. System Failures		C,D,E		C, D	A - E	C, D, E	A - E	A - E
X: Product Information		A,B	A			A, B	A, B	A, B
XI. Maintenance / Repair							A - D	A - E
XII. System Price								A

Abbildung 20: Auszug aus der Kreuzreferenzmatrix der RESPONSE Checkliste Teil A [Kopf et al. 1999]

Die Abbildung 15 auf Seite 37 zeigt eine ähnliche Adaptionenmöglichkeit der Checkliste für die Fragen in Teil B. Man sucht sich in der Tabelle das Evaluationskonzept aus, das man am System untersuchen möchte und findet die dazugehörigen Fragen (Items), die mit den entsprechenden Schattierungen als moderat oder stark korrelierend markiert sind.

Evaluation der Checkliste und Ergebnisse

Die RESPONSE Checkliste ist ein Werkzeug um Systeme in Fahrzeugen einer Bewertung zu unterziehen. Natürlich muss auch ein solches Werkzeug untersucht und getestet werden, bevor es für den eigentlichen Zweck freigegeben werden darf. Hierzu haben die Verfasser der Checkliste diese einem kurzen „User Test“ unterzogen.

Nachdem fünf Vertreter des RESPONSE Konsortiums eine Bewertung von ausgewählten Systemen durchgeführt haben, wurden sie aufgefordert, einen Fragebogen mit 40 Fragen zur RESPONSE Checkliste auszufüllen. Dieser Fragebogen unterteilte sich in folgende Abschnitte:

- Fragen, die das zu untersuchende Assistenzsystem betreffen
- Fragen, die die Ausbildung und die Erfahrung des Bewertenden betreffen
- Fragen, die Teil A und Teil B der Checkliste betreffen

Natürlich kann aufgrund der geringen Anzahl der Befragten keine quantitativ statistische Bewertung der Checkliste abgeleitet werden. Das RESPONSE Team möchte jedoch versuchen, die übereinstimmen-

den Ergebnisse aus den wenigen Fragebögen für ein qualitatives Bewertungsergebnis auszulegen.

Nach Aussage des Konsortiums handelt es sich bei dieser Checkliste um ein sehr nützliches und praktisches Tool, das natürlich noch in einigen wenigen Punkten überarbeitet und verbessert werden kann. Herauszustellen ist, dass es sich mehr für die Identifizierung von mangelhaften neuen Produktideen eignet, als für die Differenzierung von bereits ausgereiften Produkten.

2.8. HASTE

Das Ziel von HASTE (Human Machine Interface And the Safety of Traffic in Europe) ist die europaweite Entwicklung von Methoden und Richtlinien zur Bewertung von Fahrerinformationssystemen (IVIS) [HASTE o.J.]. In den bisherigen Bemühungen wurden Herstellern und Testeinrichtungen Listen von Richtlinien zur Verfügung gestellt, mit denen der Einfluss von IVIS auf die Fahraufgabe untersucht werden sollte. Üblicherweise wurden hierfür Checklisten genutzt. Solche Checklisten sind Hilfsmittel mit denen man Problemfelder erkennen kann, aber sie sind nicht dafür geeignet, die Sicherheitsprobleme zu quantifizieren.

Das HASTE Projekt versucht in erster Linie ein gültiges, verlässliches und effizientes Tool zu entwickeln, das den Testeinrichtungen bei der Bewertung der Verkehrssicherheit von IVIS hilft.

Auch HASTE erkennt, dass es in unserer Gesellschaft einen Bedarf an solch einer Fragestellung gibt. Die aktuelle, mobile und tragbare High Tech und die Tatsache, dass wir immer mehr Zeit auf den Straßen verbringen, führen dazu, dass immer mehr verschiedenartige Systeme in die Fahrzeuge eingebaut werden.

Es existiert eine dringende Notwendigkeit, diese Systeme sorgfältig zu testen und einer Bewertungsprozedur zu unterziehen, um ihren Einbau in Fahrzeuge besser beeinflussen und regulieren zu können. Wird in Zukunft auf solche Verfahren verzichtet, so besteht die Gefahr, dass die eigentliche primäre Fahraufgabe zu untergeordneter Wichtigkeit degradiert wird, weil der Fahrer in erster Linie mit Systemen im Fahrzeug interagieren muss. Ist dies der Fall, so ist es offensichtlich, dass die Verkehrssicherheit in erheblichem Maße negativ beeinflusst wird.

Die Ergebnisse dieses Projekts werden die Basis für die Entwicklung von Richtlinien der Europäischen Union bilden, was die Wertschöpfung der Gemeinschaft hervorhebt. Die Zusammenarbeit der spezialisierten Forschungszentren der verschiedenen Nationen Europas in diesem Projekt soll sicherstellen, dass dieser Ansatz in allen beteilig-

ten Ländern konsistent verfolgt wird. HASTE verspricht dennoch, die Eigenheiten der verschiedenen Nationen berücksichtigen zu können.

Technische und wissenschaftliche Ziele des Forschungsprogramms

- Identifizierung und Untersuchung von Beziehungen zwischen Verkehrssituationen, in denen Sicherheitsprobleme in Verbindung mit einem IVIS wahrscheinlicher auftreten.
- Untersuchung der Beziehungen zwischen Beanspruchung des Fahrers und Risiko im Kontext mit den Verkehrssituationen.
- Verständnis der Ursachen für ein gesteigertes Risiko, das durch Ablenkung des Fahrers oder durch verminderte *situational awareness* verursacht wurde.
- Ermittlung der besten Indikatoren für Risiko.
- Anwendung der entwickelten Methoden, um wirkliche Systeme zu bewerten.
- Vorschlag für ein Bewertungsverfahren in der Vorentwicklungsphase, das zugleich kosteneffektiv ist und verlässliche Vorhersagen für die Leistung von Systemen machen kann.
- Vorschlag für einen Ansatz, um vorläufige Gefahrenanalysen von IVIS Konzepten und Entwicklungen machen zu können.
- Überprüfung der möglichen Ursachen von IVIS Sicherheitsgefährdungen, inklusive solchen mit Bezug auf Zuverlässigkeit, Sicherheit und Verfälschung.

Zur Verhaltensforschung im Straßenverkehr werden bei HASTE folgende Methoden angegeben:

- Unfallanalysen
- Beobachtung der realen Verkehrssituationen
- Feldversuche mit ausgerüsteten Fahrzeugen
- Fahrsimulatoren
- Laborexperimente
- Mathematische Modelle

Das HASTE Projekt folgt dem European Statement of Principles und ist nach dem Projektstart 2002 auf 36 Monate angesetzt.

Alle bisher vorgestellten Arbeiten und Projekte dokumentieren das Engagement und die Verpflichtung zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstellen von Bedienkonzepten in Fahrzeug-Cockpits, machen aber auch deutlich, dass in manchen Bereichen noch Potenzial für Weiterentwicklungen ist.

Die bisherigen Verfahren sind zum Teil sehr umfangreich, aufwändig und erfordern lange Einarbeitungs- und Vorbereitungszeiten. Die Möglichkeit zu quantifizierbaren Einstufungen der Ergebnisse und einer computerunterstützten Benutzerführung erklären die Notwendigkeit einer eigenen Entwicklung eines Bewertungsverfahrens, wie sie in den folgenden Kapiteln vorgestellt wird.

Kapitel 3: Anforderungen an ein Evaluationssystem für Bedienelemente

3.1. Generelle Anforderungen und Abgrenzung von bestehenden Systemen

Die optische Ablenkung beim Fahren, verursacht durch Interaktion mit Bedienelementen, hat zweifelsfrei negative Einflüsse auf die Verkehrssicherheit. Dieses bekannte Problem gewinnt umso mehr an Bedeutung, je mehr Fahrerassistenzsysteme in Fahrzeuge eingebaut werden. Aus diesem Grund wurde ein Bewertungstool mit zwei Zielvorstellungen entwickelt:

Es soll bereits existierende Bedienkonzepte bewerten, um schlechte Interaktionslösungen in Zukunft zu vermeiden.

Es soll aber auch bereits in einer Phase erster Labormuster den Entwickler unterstützen, um die Kosten der Prototypenentwicklung zu reduzieren. Designfehler können in einer frühen Phase der Entwicklung viel leichter und weniger kostenintensiv korrigiert werden als Fehler zu einem späteren Zeitpunkt der Entwicklungsphase. "Die Kosten der Fehlerbehebung steigen exponentiell mit der Dauer, die der Fehler unentdeckt im System verbleibt. Damit ist in den frühen Phasen fast jeder Aufwand gerechtfertigt, der dazu beiträgt, dass Fehler vermieden oder früh entdeckt werden." [Vorlesung Informationsmanagement. Institut für Informatik, Universität Zürich]

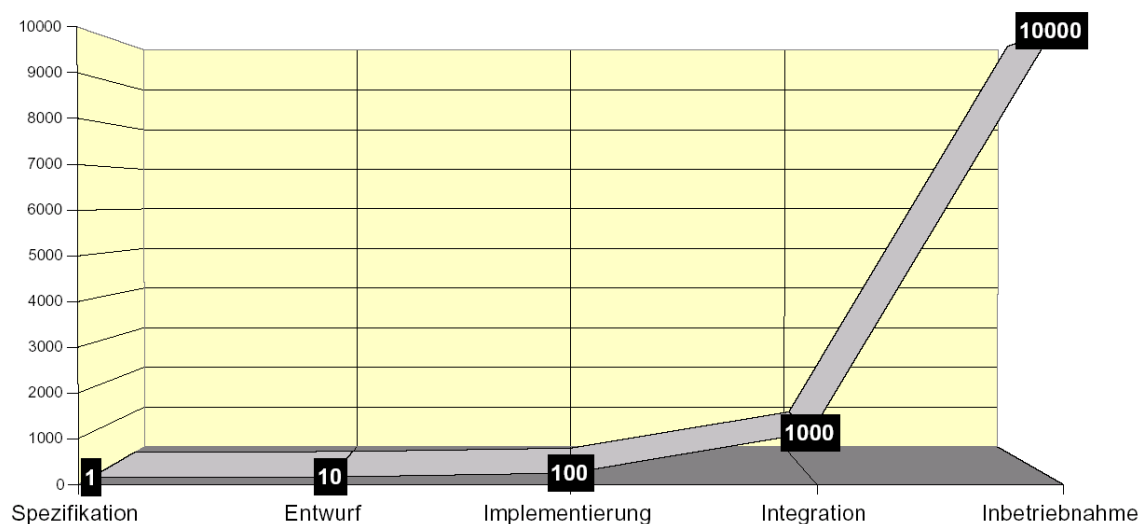


Abbildung 21: Relativer Anstieg der Fehlerbehebungskosten in Abhängigkeit der Entwicklungsphase [Jopke, Lothar o.J.]

Abbildung 21 zeigt den relativen Anstieg der Fehlerbehebungskosten in Abhängigkeit der Entwicklungsphase. Die Fehlerbehebungskosten können an dieser Stelle gleich den Kosten zur Produktverbesserung gesetzt werden. Diese Grafik verdeutlicht, wie wichtig es im Entwicklungszyklus eines Fahrerassistenzsystems ist, frühzeitig zu erkennen, wo verbesserungswürdige Schwachstellen des Systems liegen.

Nach Parnow [2000] sollen in der Fahrzeugentwicklung die Einführung von Quality Gates im Produktentstehungsprozess bei der Qualitätssicherung helfen. Sie markieren den Anfang beziehungsweise das Ende wesentlicher Prozessabschnitte. Nur wenn zu diesen Fixpunkten bestimmte Anforderungen erfüllt werden, darf der nächste Abschnitt im Prozess begonnen werden. „Zur benutzergerechten Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle kommt bei Durchführung der Quality Gates der Messgröße Ergonomie eine große Bedeutung zu. [...] Entscheidend ist dabei, dass die Zielvorgaben messbar sind und mit geeigneten Methoden überprüft werden können“ [Parnow 2000, Seite 10]. Hierfür fordert er effiziente Bewertungswerkzeuge, die klare Gestaltungsempfehlungen liefern. Als Erfolgsfaktoren für den Einsatz von Bewertungsmethoden sieht er:

- **Prozessorientierung**
Ein modularer Aufbau des Bewertungssystems ist wünschenswert, um für die verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses geeignet zu sein.
- **Effizienz**
Heutige Budgetsituationen fordern möglichst niedrige Kosten und Aufwand für Bewertungswerkzeuge.
- **Zweckmäßigkeit**
In der Bewertung muss man schnell zum Ziel kommen und klare Gestaltungsempfehlungen erhalten. Schwachstellen müssen gezielt identifiziert werden.
- **Akzeptanz**
Der Benutzer des Bewertungssystems muss sich in dem erhaltenen Ergebnis bestätigt sehen. Das Tool sollte nicht personenabhängig sein und auch keinen Ergonomie-Experten als Benutzer voraussetzen.
- **Kundennahe Bewertung**
Der Kunde bewertet die MMI neben funktionalen auch nach ästhetischen Kriterien. Dieser Beurteilungsprozess sollte berücksichtigt werden.
- **Spaß**
Der Benutzer muss im Umgang mit dem Tool etwas lernen können. Eine ansprechende und leicht verständliche Benutzeroberfläche soll in seiner Programmstruktur sehr flexibel sein.

Für die Akzeptanz beim Benutzer ist es mittlerweile unabdingbar, ein System zur Verfügung zu stellen, das den Bewerter bei der Durchführung der Bewertung unterstützt. Eine computerunterstützte Anwendung mit einem ansprechenden Desktopdesign stellt hier einen Mindeststandard dar. Eine Kompatibilität zum Erscheinungsbild von Anwendungen von Microsoft erhöht die Selbstbeschreibungsfähigkeit des Tools und somit auch die Akzeptanz beim Nutzer. Ein Abarbeiten von Checklisten in Papierform, wie es bei der Safety Checklist realisiert wurde, ist demnach nicht mehr zeitgemäß.

Der "British Code of Practice" [Southall, Robertson 1994] stellt Definitionen von Bewertungskriterien mit entsprechenden Ausprägungsgraden und Gewichtungen zur Verfügung. Für ein akzeptables Bewertungsverfahren fehlt auch hier die Rechnerunterstützung zur Benutzerführung, ein Hilfesystem sowie ein flexibler Bewertungsdialog mit übersichtlicher Gesamtdarstellung. Der Bewerter muss ebenso bei der Definition des Informationssystems mit seinen Funktionen unterstützt werden.

Eine hochdetaillierte Spezifizierung des zu bewertenden Systems mit einer sehr genauen Beschreibung eines jeden Arbeitsschrittes als Grundlage für die Bewertung, wie es die MMI Prüfliste fordert, bringt neben einer sorgfältigen Bewertung jedoch einen nicht mehr zu vertretenden Zeitaufwand mit sich, der der geforderten Effizienz und Angemessenheit nicht gerecht wird.

Neben diesen Erfolgsfaktoren einer Bewertungsmethode muss das zu entwickelnde Bewertungssystem auch noch alle wesentlichen Kriterien für die sichere Betätigung von Bedienelementen im Kfz zur Bewertung einer Messgröße enthalten, wie sie im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

3.2. Bewertungskriterien

Literatur, die sich mit Ergonomie und deren Anwendung bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen befasst, bearbeitet in vielfältiger und ausführlicher Weise Aspekte, die bei der Entwicklung eines Evaluationssystems berücksichtigt werden müssen. Im Lehrbuch der Ergonomie [Schmidtke 1981] werden verschiedene Bedienelemente und Anzeigen bis ins kleinste Detail in ihren Unterschieden analysiert und auf ihre optimale Anwendbarkeit als MMI untersucht. Ebenso wurden im Leitfaden der Ergonomie [Grandjean 1991] und auch in der grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung bei Anzeige- und Bedienelemente in Kraftfahrzeugen [Färber & Färber 1987] grundlegende Erkenntnisse für die Auslegung solcher Schnittstellen gewonnen. Bestehende Standards, Normen¹¹, Prüflisten

¹¹ z.B.: Europäische Norm ISO 9241: Kriterien für das Design ergonomischer Benutzerschnittstellen Teil 1- 17 oder
DIN EN 894 - 1 Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen.

und ergonomische Empfehlungen liefern weitere Informationen, die in engerem oder weiterem Sinn für die Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen in Fahrzeugen vor dem Hintergrund der Verkehrssicherheit angewendet werden können und müssen auf ihre Anwendbarkeit in dem geplanten Bewertungstool geprüft werden.

Ein Bewertungsverfahren, das dem Anspruch leicht und zeitökonomisch bedienbar zu sein gerecht werden muss, kann nicht alle existierenden Kriterien der Ergonomie im Einzelnen anwenden. Es muss aber sicherstellen, dass die Schwachstellen von negativen Realisierungen von Systemen erkannt werden. Hierfür musste eine sinnvolle Auswahl an Kriterien getroffen werden. Der endgültige Satz an Bewertungskriterien für das Evaluationsverfahren (Tabelle 1) wurde in einem iterativen Prozess, in Analysen und Diskussionen, an denen auch Ergonomieexperten der Automobilindustrie beteiligt waren, herausgefiltert.

Als Grundlage dieser Analyse diente ein Gedankenmodell:

Ein Fahrer sitzt in einem Fahrzeug und nimmt aktiv am Straßenverkehr teil. Wie muss eine Schnittstelle im Fahrzeug geschaffen sein, damit die Bedienung dieser Schnittstelle nicht vom eigentlichen Fahren ablenkt und ein sicheres Führen des Fahrzeugs begünstigt wird?

Die Ablenkung umfasst in diesem Zusammenhang sowohl den Blick (visuell) als auch die Gedanken (mental) des Fahrers, die vom Straßenverkehr abgelenkt werden können. Ebenso hat die motorische Belastung des Fahrers einen Einfluss auf die Fähigkeit zum Führen des Fahrzeugs. Alle Arten der Ablenkung sind eng miteinander verknüpft. Visuelle Ablenkung und motorische Belastung verursachen zusätzlich "mental workload". Eine Reduktion dieser Faktoren hat also in der Regel auch eine Verringerung des "mental workload" zur Folge.

Kriterien, die die Schnittstelle eines Bedienkonzepts vor diesem Hintergrund bewerten, sind¹²

Rückmeldung des Systems

Eine gute Rückmeldung ermöglicht eine Blindbedienung der Schnittstelle, bei der der Blick des Fahrers überhaupt nicht vom Verkehrsgeschehen abgewendet werden muss.

Klare zurückgemeldete Informationen verringern auch den "mental workload" bei der Bedienung, weil der Fahrer sofort weiß in welchem Zustand sich das System befindet.

Dauer der Bedienung

Je kürzer ein Bedienvorgang dauert, um so kürzer ist auch die visuelle und mentale Ablenkung des Fahrers.

¹² Eine ausführliche Beschreibung der ausgewählten Kriterien mit ihrer Operationalisierung für die Bewertung folgt ab Seite 66.

Bildung logischer Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit

Das Anordnen und Zusammenfassen von Bedienelementen in logischen Einheiten und ihre Abgrenzung zu anderen Einheiten unterstützt den Fahrer in erster Linie bei der Reduktion des "mental workload" und senkt dadurch auch die Dauer der Blick- und Gedankenabwendung.

Kompatibilität der Betätigungsrichtung eines Bedienelements

Die Kompatibilität der Betätigungsrichtung hat erheblichen Einfluss auf die mentale Ablenkung des Fahrers. Ist die Betätigungsrichtung "kompatibel", so kann der Fahrer intuitiv, ohne weiteres Denken, das Eingabeelement bedienen.

Konsistenz der Bedienung

Konsistenz in diesem Zusammenhang bedeutet, dass Bedienelemente, Bedienstrukturen und Bedienschritte der kompletten Mensch-Maschine-Schnittstelle möglichst gleich sind, wenn die Funktion dies zulässt. Ein Umdenken des Fahrers zwischen den einzelnen Bedienstrukturen entfällt und somit auch der "mental workload". Die Konsistenz der Bedienung ermöglicht unter Umständen auch wieder die Blindbedienung der Schnittstelle.

Unterbrechbarkeit der Bedienhandlung / Aufwand der Wiederaufnahme

Sind Bedienhandlungen nicht oder nur schwer unterbrechbar, so ist der Fahrer mit Teilen seiner mentalen Kapazität und teilweise auch mit seinem Blick an die Bedienhandlung gebunden und von der eigentlichen Fahraufgabe abgelenkt. Die Möglichkeit zur Unterbrechung, verbunden mit einem geringen Aufwand zur Wiederaufnahme dieser Bedienhandlung trägt zur Verkehrssicherheit bei.

Selbsterklärungsfähigkeit

Die Selbsterklärungsfähigkeit bezieht sich auf die Form, das Symbol und die Anordnung der Bedienelemente. Eine Anwendbarkeit dieser Bedienelemente ohne weitere Erklärung reduziert die visuelle und mentale Ablenkung des Fahrers, da er nicht nach weiteren Hinweisen suchen oder Unklarheiten "ausdenken" muss.

Erreichbarkeit der Bedienelemente

Das Kriterium Erreichbarkeit wurde ausgewählt, weil das Verlassen der optimalen Sitzposition im Fahrzeug eine adäquate Reaktion auf

ein Ereignis im Verkehrsgeschehen behindern kann, weil der Fahrer die primären Fahrzeugsteuerelemente (Lenkrad, Bremse, Gaspedal, Kupplung) unter Umständen nicht mehr einwandfrei betätigen kann. Solch eine Situation würde das sichere Führen des Fahrzeugs im Straßenverkehr in Frage stellen.

Durch die Operationalisierung dieser Kriterien mit einer detaillierten Definition von Einstufungshilfen kann der ganze Bereich einer sicheren Betätigung von Bedienelementen im Kfz abgedeckt werden. Bei einigen Kriterien werden auch mehrere Aspekte der Literatur gleichzeitig beleuchtet. Im Abschnitt "Operationalisierung der Kriterien zur Bewertung von Bedienelementen" ab Seite 66 werden diese Einstufungshilfen ausführlich besprochen.

Selbsterklärungsfähigkeit	Dauer der Bedienung
Erreichbarkeit	Unterbrechbarkeit
Bildung logischer Einheiten	Rückmeldung
Kompatibilität	<i>Konsequenz von Fehlern</i>
Konsistenz	<i>Häufigkeit der Bedienung</i>

Tabelle 1: Bewertungskriterien des Evaluationssystems in der Übersicht

Während sich die ersten acht Bewertungskriterien direkt auf die ergonomische Gestaltung von Bedienelementen und deren Eignung zur Bedienung von Funktionen beziehen, spielen „Konsequenz von Fehlern“ und „Häufigkeit der Bedienung“ eine etwas abweichende und besondere Rolle. Als „Gewichtungsfaktoren“ geben sie an, welchen Einfluss das bewertete Bedienelement auf das Gesamtsystem hat. So ist etwa die *Konsequenz* einer fehlerhaften Bedienung der Radio-Lautstärke gering, während die Fehlbetätigung der Sitzheizung anstelle des Warnblinkschalters drastische Konsequenzen haben kann, wenn damit das Ende eines Staus hätte angezeigt werden sollen.

Der zweite Gewichtungsfaktor berücksichtigt die potentiellen Auswirkungen guter bzw. schlechter Gestaltung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle auf das Gesamtsystem in Bezug auf die Häufigkeit der Bedienung. Kann ein Bedienelement beispielsweise nur in ungünstiger Position platziert werden, so ist dies weniger problematisch, wenn es sich um eine selten genutzte Funktion handelt. Ein Bedienelement, das stärker frequentiert ist, sollte hingegen im optimalen Greifraum des Fahrers liegen. Diese Gewichtungsfaktoren verstärken oder schwächen die Auswirkungen der Noten eines Bedienelementes auf die Gesamtbewertung.¹³

¹³ In der Hilfe des Evaluationssystems sind Erläuterungen für die Anwendung der Gewichtungsfaktoren und ausführliche Hinweise zur Vergabe der Noten enthalten.

3.3. Gewichtungen

Im angebotenen Satz an Bewertungskriterien und deren Einstufungshilfen spiegeln sich alle wesentlichen Aspekte, die für eine ergonomische Bewertung von Bedienelementen vor dem Hintergrund der Verkehrssicherheit zu beachten sind. In einer Evaluation sollten daher alle Kriterien in gleicher Weise mit einbezogen werden, nicht zuletzt weil die ausgewählten Kriterien in einer gewissen Abhängigkeit zueinander stehen. In bestimmten Fällen muss es aber möglich sein, Kriterien mit einem unterschiedlichen Ausprägungsgrad zu berücksichtigen. Mit einer unterschiedlichen Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien erstellt man ein individuelles Gewichtungsprofil, welches die Wertigkeit der Bewertungskriterien in den Augen des Bewerbers wiedergibt. So zeigte sich, dass verschiedene Automobilhersteller auch verschiedene Rankings der Bewertungskriterien für verschiedene Produkte anwenden würden und somit ein firmenspezifisches Gewichtungsprofil abgeben.

Beispiele zeigen in Abbildung 22 das Gewichtungsprofil für die Bewertungskriterien, wie es von einem Hersteller für Fahrzeuge abgeben wurde, das in die Palette der FunCars eingestuft wird.

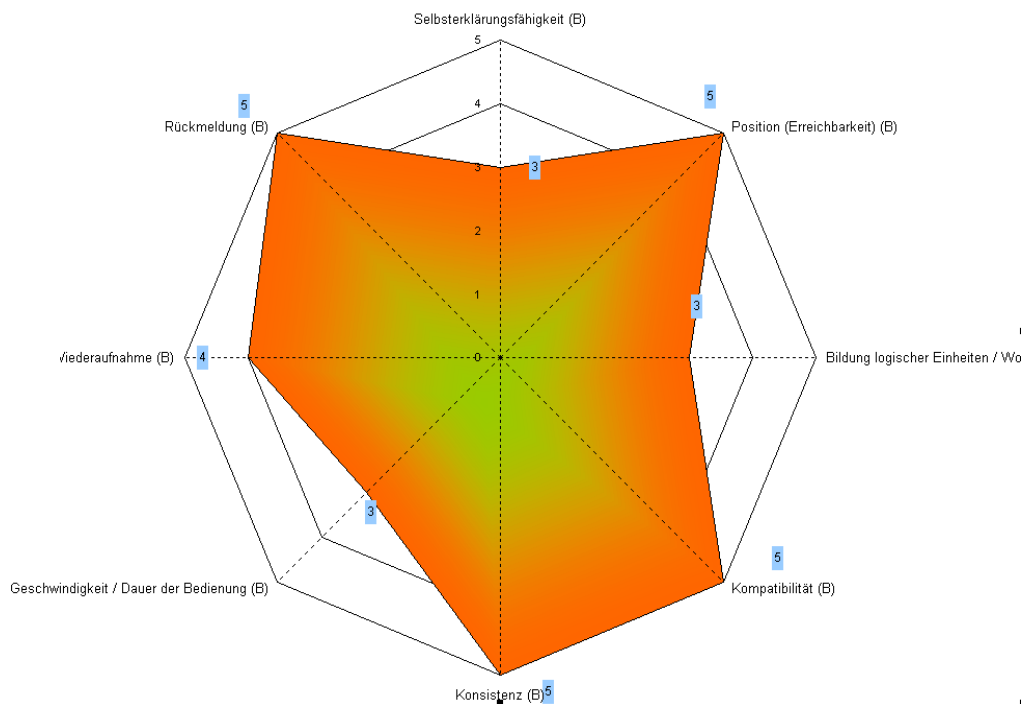


Abbildung 22: Mögliches Gewichtungsprofil eines "FunCars"

Abbildung 23 zeigt das Gewichtungsprofil der Bewertungskriterien, wie es vom gleichen Hersteller für Fahrzeuge abgegeben wurde, die die Gruppe der „soliden“ Fahrzeuge repräsentieren sollen. Man kann an den Unterschieden sehr gut erkennen, dass bei den „soliden“ Fahrzeugen viel mehr Wert auf eine ausgeglichene Gewichtung aller Bewertungskriterien gelegt wird. Die Zielgruppe für „solide“ Fahrzeuge wird sicherlich mehr Interesse an einem Design haben, das eine

umfassende Verkehrssicherheit garantiert, während die Kunden von FunCars andere Aspekte in den Vordergrund bei der Kaufentscheidung stellen könnten. Ein peppiges Design der Bedienelemente hat bei diesem Kundenkreis sicherlich mehr Akzeptanz als die Bildung von logischen Einheiten von Bedienelementen.

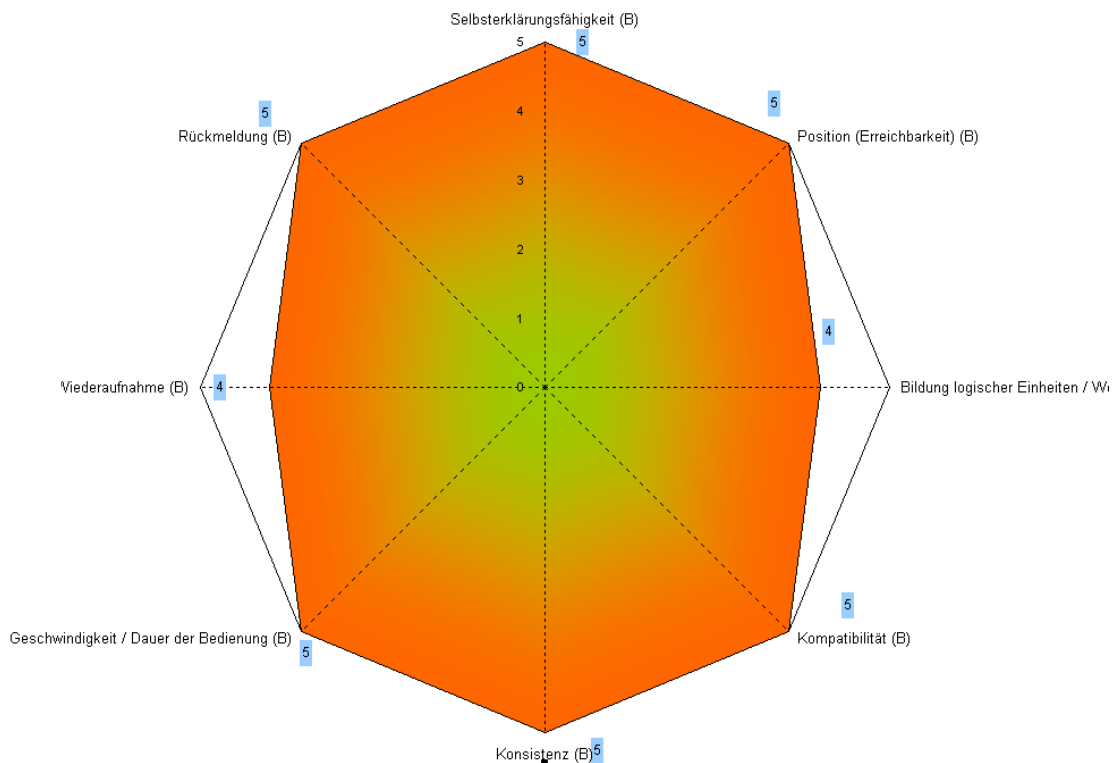


Abbildung 23: Mögliches Gewichtungsprofil eines "soliden" Fahrzeugs

Dieses Verfahren bietet den Herstellern, tendenziell auf diese Wünsche einzugehen, was der Forderung nach Kundennähe nachkommt [Parnow 2000], wobei immer wieder herausgestellt werden muss, dass zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei der Bedienung solcher Systeme alle Bewertungskriterien ausreichend gewichtet und berücksichtigt werden sollten.

3.4. Nutzerkreis

In der Praxis werden die Mensch-Maschine-Schnittstellen der Fahrerassistenz- und Informationssysteme bisweilen von Ingenieuren entwickelt, die nur eine begrenzte Ausbildung auf dem Gebiet der Ergonomie solcher Systeme haben. Das Testen der Bedienbarkeit der integrierten Lösung wurde meistens nach Abschluss der Entwicklungszeit firmenintern mit anderen Ingenieuren durchgeführt. Oft standen in der Entwicklung auch mehr die technischen Machbarkeiten und die designbetonte Realisierung im Vordergrund, was häufig zu Lasten der Ergonomie ging. Hieraus entsteht die Forderung nach einem Bewertungssystem, das von Personen mit unterschiedlichen

beruflichen Hintergründen angewendet werden kann. Sowohl Designer, als auch technische Entwickler und Ergonomen sollen mit ein und demselben Bewertungsverfahren arbeiten können und die gleichen Ergebnisse bekommen. Um dieses Ziel einer ergonomisch objektiven Bewertung zu erreichen, muss das Verfahren mit Bewertungsrichtlinien ausgestattet werden, die den Bewerter mit einem Mindestmaß an ergonomischem Grundwissen versehen, aber dabei das Verfahren nicht in ein Lehrprogramm der Ergonomie abdriften lässt.

In der Folge entstand ein Softwaretool, das als Verfahren zur Bewertung von Bedienelementen in Fahrzeug-Cockpits anwendbar ist. Im nächsten Kapitel wird sehr genau auf die Software, die Struktur und die Inhalte des Verfahrens und auf die Anwendung in Bewertungen eingegangen werden.

Kapitel 4: NICE¹⁴ – die Gestaltung nach Kriterien der Softwareergonomie

NICE ist ein rechnergestütztes Evaluationssystem mit dem Bedienelemente in Fahrzeugen bewertet werden können. Natürlich muss ein ergonomisches Bewertungstool auch in sich selbst nach geltenden Kriterien gestaltet sein und so orientiert sich NICE in seinem Design, seiner Struktur und in seinem Inhalt an der Literatur der Softwareergonomie [Eberleh et al. 1994] und den relevanten Normen und Standards (z.B.: EN ISO 9241-10: Grundsätze der Dialoggestaltung).

Das Kriterium der Aufgabenangemessenheit verlangt die Möglichkeit der Bedienung des Programms auch mit bequemer Tastensteuerung und Steuerung mit Shortcuts (Tastenkombinationen), da die Nutzung einer Maus in den oft beengten Verhältnissen in Fahrzeugen sehr schwierig ist. Für den Einsatz am zu bewertenden Objekt in Fahrzeugen ist die Nutzung des Softwaretools auf Laptops unentbehrlich. In diesem Zuge wurde die Software auch so gestaltet, dass nach Eingaben und Screenwechseln der Cursor immer im logisch sinnvollen Feld zu finden ist. Sind keine Eingaben mehr erforderlich wird automatisch die Schaltfläche fokussiert, die für den nächsten Schritt im Bewertungsverfahren durch die „Enter-Taste“ aktiviert werden kann.

Um die Steuerbarkeit des Verfahrens weiter zu verbessern, wurde das INFO-Control als Navigationshilfe im Programm entwickelt, das dem Bediener jederzeit die Übersicht über den Evaluationsfortschritt gibt und es ihm ermöglicht, den Dialogablauf in seiner Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen. Er weiß, wo er sich im Moment im Bewertungsprozess befindet und welche Schritte er noch vor sich hat. Mit dem INFO-Control hat er zusätzlich die Möglichkeit, an jede beliebige Position des Evaluationsprozesses zu springen, um Änderungen vorzunehmen und die Auswirkungen der Änderungen sofort zu überprüfen.

Der Dialog in NICE wurde so strukturiert, dass dem Benutzer jeder einzelne Dialogschritt verständlich ist. Für den Fall, dass eine Selbstbeschreibungsfähigkeit nicht gegeben ist, steht dem Benutzer auf Anfrage eine umfangreiche Hilfe zur Verfügung.

Hinweise und Fehlermeldungen im Dialog leiten den Benutzer durch das Verfahren und unterstützen ihn beim Erlernen des Dialogsystems. Die Lernförderlichkeit wird durch Informationen in der Hilfe und im INFO-Control zusätzlich erhöht.

Am Ende der Evaluation der Bedienelemente steht eine Auswertungsübersicht als Ergebnis der Bewertung. Fehlerhafte Eingaben während der Bewertung können auf der Auswertungsübersicht mit einem minimalen Aufwand korrigiert werden, was für eine hohe Fehlertoleranz des Tools spricht. Eine übersichtliche Anordnung der Einzelergebnisse

¹⁴ NICE = New Interaction Concept for Evaluation

gibt schnell Hinweise über die Stärken und Schwächen des bewerteten Bedienkonzepts.

Das Herausstellen der Schwächen dient als Diskussionsgrundlage der Entwickler für Veränderungen. Angedachte Verbesserungen, zum Teil aus den Ideen und Inhalten der NICE-Hilfe, können schnell in das Programm eingegeben und die Auswirkungen auf das Gesamtergebnis verfolgt werden. Man erkennt hieraus, wo Veränderungen besonders wichtig und effizient sind. Auch hier wird die Software aufgabenangemessen angewendet.

Auswertungsübersichten, Ergebnisse und gesamte Evaluationen können jederzeit abgespeichert und wieder geladen werden, was ebenfalls die Steuerbarkeit des Verfahrens unterstützt. Hierdurch ist der Vergleich von verschiedenen und älteren Bewertungsergebnissen möglich, was eine chronologische Dokumentation der Entwicklung mitprotokolliert. Entwicklungsprotokolle dieser Art können bei der Verbesserung anderer Bedienkonzepte hilfreich sein, da sie sich wiederholende Entwicklungsfehler vermeiden helfen.

4.1. Die Struktur von NICE

Beim NICE-Verfahren zur Bewertung von Bedienkonzepten werden verschiedene Oberflächen, von der Startseite bis zum Auswertblatt, durchlaufen.

Abbildung 24 zeigt die grafische Umsetzung dieser Struktur. Die Seiten oder Abschnitte des Bewertungsverfahrens können sowohl sequentiell vorwärts („Weiter“) oder rückwärts („Zurück“) durchlaufen, als auch über „Roten Faden“ (INFO-Control) gezielt angesprungen werden. Somit kann sich der Anwender entweder über die sequentielle Benutzerführung leiten lassen, oder er kann zu einer bestimmten Oberfläche springen, wodurch eine gute Flexibilität und Steuerbarkeit im gesamten Ablauf der Bewertung erreicht wird.

Die einzelnen Screens folgen einer sinnvollen, systematischen Reihenfolge, da zunächst das zu bewertende System und die Funktionen ausgewählt werden. Danach sind die Bewertungskriterien zu bestimmen und zu gewichten. Anschließend werden die ausgewählten Funktionen dargestellt und die Bewertung der Funktionen beginnt.

Auf dem abschließenden Auswertblatt sind noch einmal alle eingegebenen Werte übersichtlich dargestellt. Der Bewerter erkennt, welchen Beitrag die einzelnen Teilergebnisse der Funktionen für das Gesamtergebnis leisten. Hierdurch sieht er, bei welchen Funktionen eine eventuelle Änderung / Verbesserung besonders effizient und wichtig ist.

Dieses Vorgehen in einer Bewertung ist konform mit den Erwartungen, die man an solch ein Verfahren hat.

- Was möchte ich bewerten?
- Welche Kriterien nutze ich in der Bewertung?
- Wie stufe ich das System ein?
- Welche Ergebnisse bringt die Bewertung?

Auf den Screens von NICE wird eine Vielzahl von Listen und Daten erstellt (Liste der Funktionen des Systems, Liste der Bewertungskriterien, Gewichtungen der Kriterien, Auswertungsergebnisse). Auf den relevanten Screens bietet NICE dem Anwender die Option, diese Listen zu sichern und für spätere Vergleiche wieder zu laden, was der eigentlichen Aufgabe des Tools sehr angemessen ist, der Forderung der Dialoggestaltung nach Individualisierung nachkommt und somit die Akzeptanz beim Benutzer erheblich erhöht.

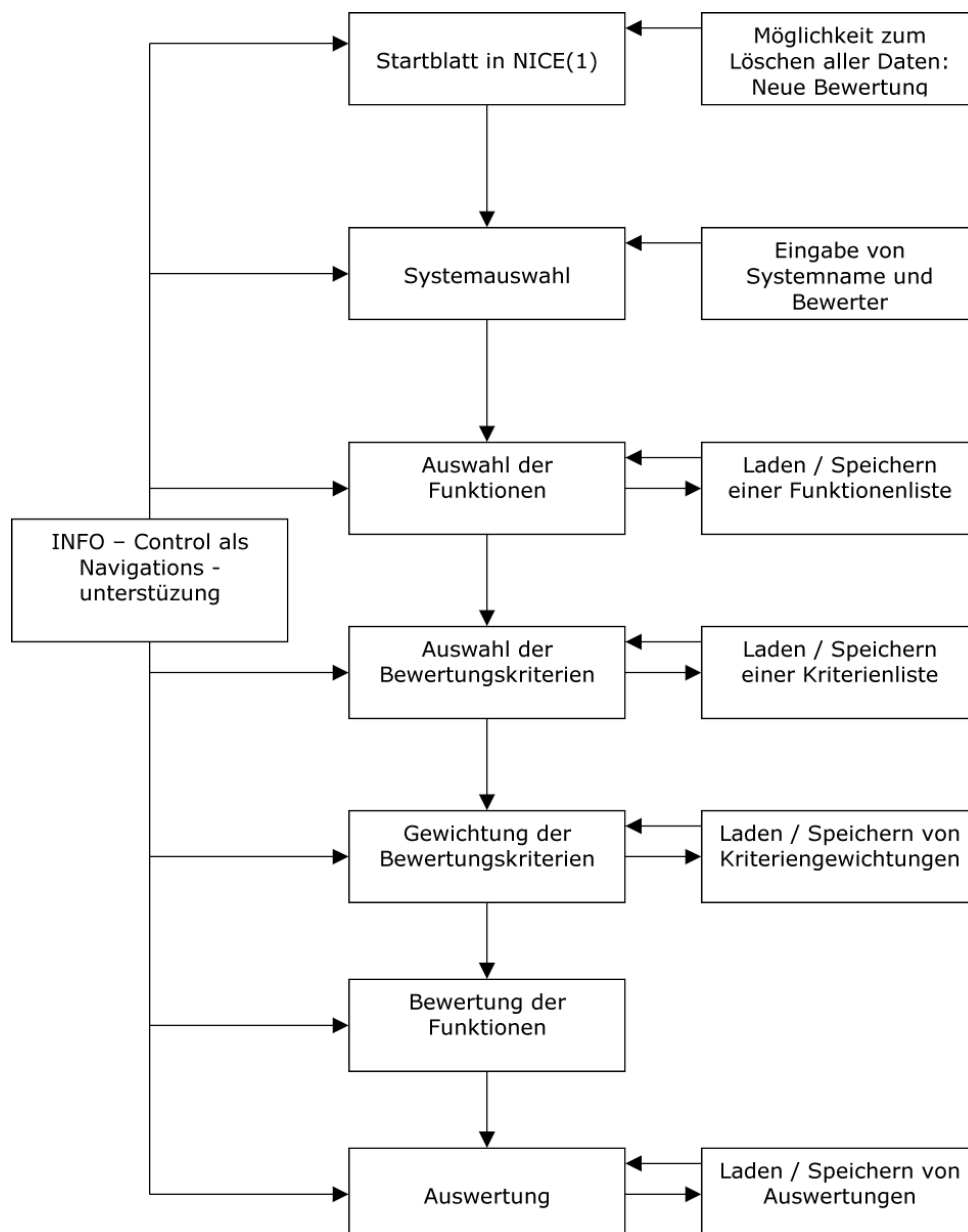


Abbildung 24: Grafische Struktur von NICE

4.2. Detaillierte Beschreibung der Programmschritte

Startseite

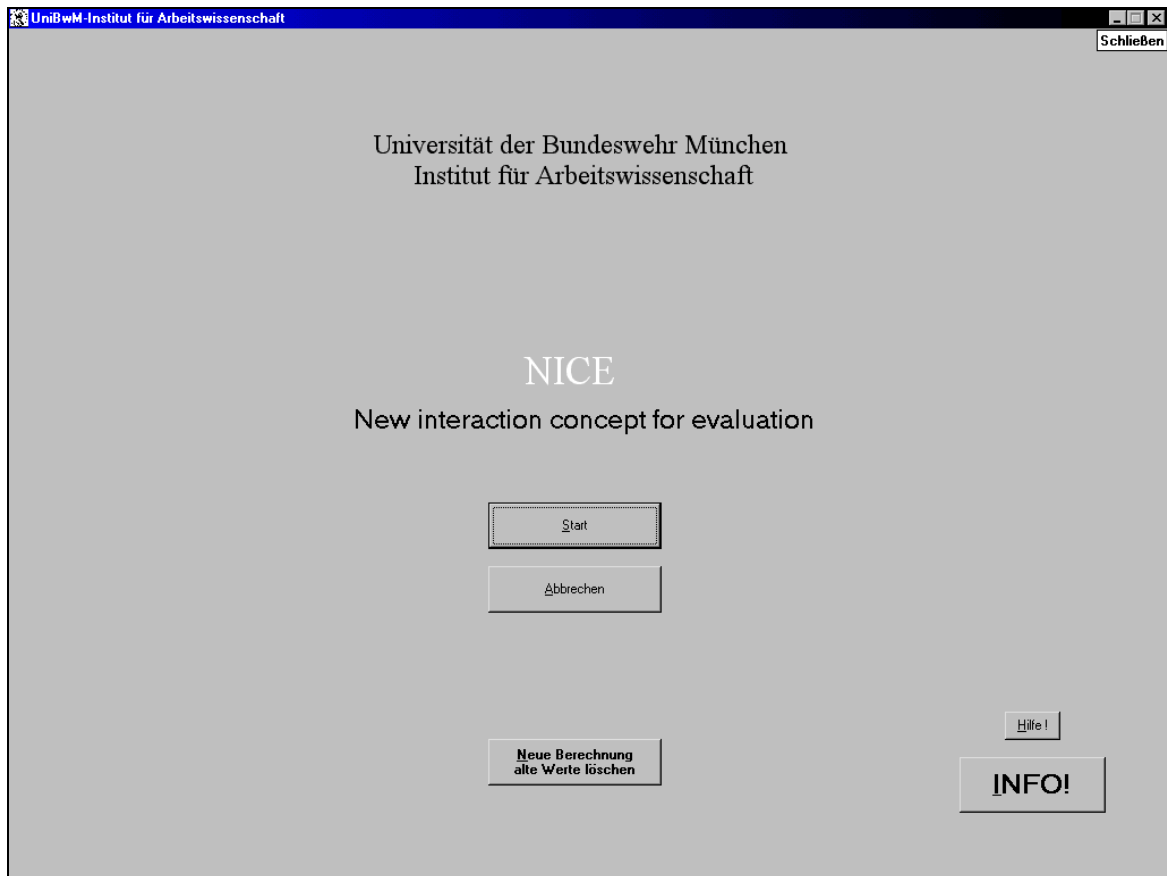


Abbildung 25: Startseite in NICE

Die Startseite dient als Einstieg in NICE. Mit einer klaren und prägnanten Gestaltung, wie sie in der ISO9241-12 gefordert wird, ist der Nutzer eindeutig darüber informiert, welche Möglichkeiten er hier auswählen kann.

Die Schaltfläche zum Aufruf einer Hilfe ist in der gesamten Anwendung konsistent gestaltet. In der Hilfedatei sind gleich zu Beginn Hinweise auf den Ablauf der Bewertung zu finden, obwohl das Tool an sich den Anspruch hat, selbsterklärend zu sein. Daneben gibt es in der Hilfe noch

- einführende Bemerkungen zu NICE,
- Beschreibungen der Bewertungskriterien in NICE,
- Anmerkungen zur Bewertung der Sicherheit von Bedienkonzepten anhand eines Leitfadens und
- Beschreibungen zur Ergänzung der Hilfedatei.

Die Hilfe als ein zentraler Baustein in NICE wird auf Seite 66 66 im Kapitel „Die Hilfe in NICE“ noch näher betrachtet.

In gleicher Weise sind die Schaltflächen zum Aufruf des INFO-Control-Fensters auf allen Screens einheitlich gestaltet. Die Schaltfläche "INFO" öffnet den „Roten Faden“ in NICE. Eine „Fernbedienung“ zur flexiblen Navigation in NICE. Mit INFO hat man sofort den Überblick, in welchem Abschnitt der Bewertungsprozedur man sich befindet. INFO ermöglicht den Sprung an jede beliebige Stelle im Programm, um Ergänzungen oder Veränderungen vornehmen zu können, was für die Steuerbarkeit der Software sehr wichtig ist. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Werkzeugs folgt auf Seite 65.

Systemauswahl

Im Abschnitt "Systemauswahl" werden zunächst wichtige Zusatzinformationen abgefragt, die für eine spätere Zuordnung der Bewertungsergebnisse erforderlich sind. Der Benutzername, das Datum der Bewertung, Angaben zum bewerteten System und sonstige Notizen tragen wesentlich zur Erläuterung bereits abgespeicherter, zurückliegender Bewertungsergebnisse bei, wenn diese zum Vergleich mit anderen Ergebnissen wieder aufgerufen werden.

The screenshot shows a software window titled "UniBwM-Institut für Arbeitswissenschaft". The main content area is a form for system selection. At the top, there is a button labeled "System auswählen". Below it, there are two input fields: "Bewertername eingeben:" with the text "Matthias Müller" and "Systemnamen eingeben:" with the text "Navigationssystem XY". Below these is a section titled "Wählen Sie hier aus, welche Defaultlisten für Bewertungskriterien geladen werden sollen:" containing a list of radio buttons: "Audio", "Autotelefon", "Navigationssystem" (which is selected), "Klimaanlage", and "keine Defaultliste / neues System". At the bottom, there are three buttons: "Zurück", "Weiter", and "Hilfe!". A large "INFO!" button is located in the bottom right corner.

Abbildung 26: Systemauswahl in NICE

In NICE kann man bei der Bewertung von Bedienkonzepten in Fahrzeugen standardmäßig zwischen den Systemen Audio (Radio, Kas-

sette, CD-Player), Autotelefon, Navigationssystem und Klimaanlage wählen. Für diese Systeme sind im weiteren Verlauf der Bewertung bereits Listen (Defaultlisten) der verfügbaren Funktionen, die bewertet werden sollen, vorgefertigt. Dies erspart dem Anwender Arbeit und steigert hiermit die Effizienz und die Akzeptanz des Bewertungsverfahrens. Möchte man ein System bewerten, das nicht zur Auswahl steht, hat der Bewerter die Möglichkeit ein neues System zu definieren. Er wählt die Option „keine Defaultliste / neues System“ und erstellt im nächsten Schritt der Evaluation eine Liste mit den Funktionen, die im neuen System zur Verfügung stehen und die er bewerten möchte. Mit dieser Option bleibt NICE auch für zukünftig neu entwickelte Systeme in Fahrzeugen anwendbar.

Funktionsauswahl

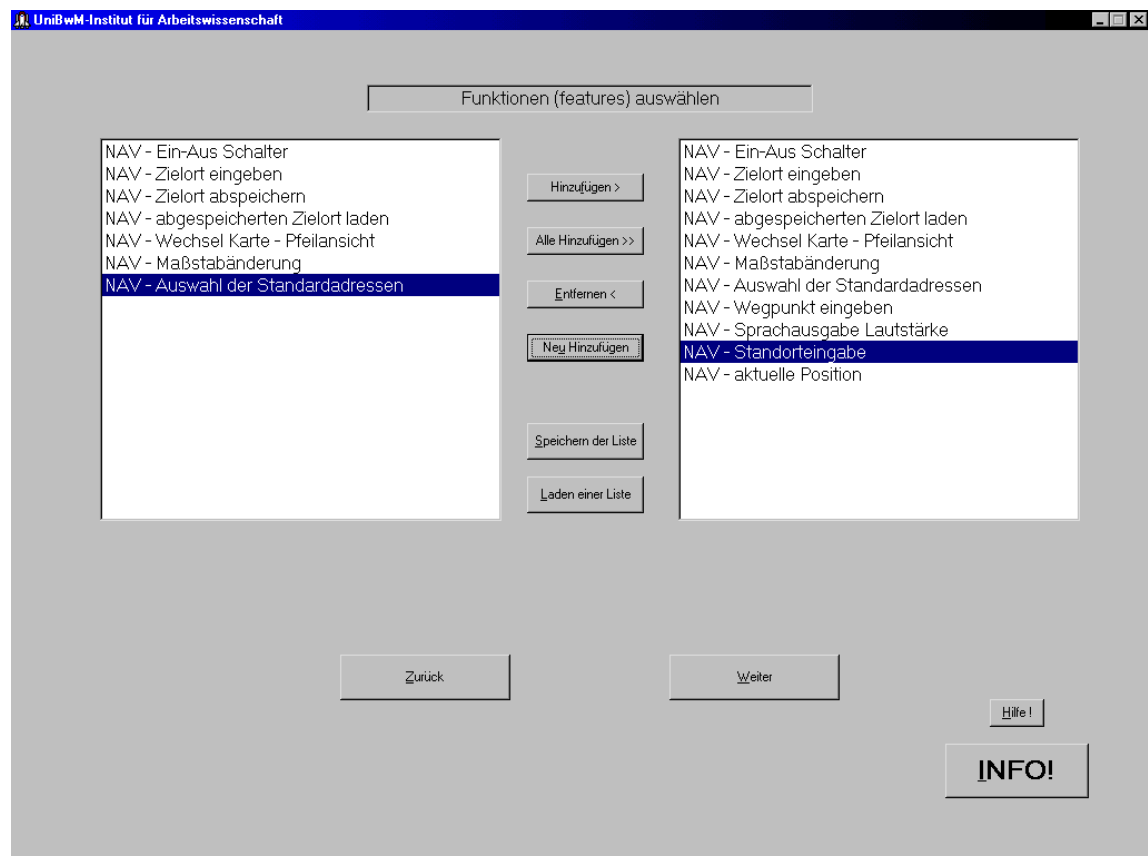


Abbildung 27: Auswahl der Funktionen in NICE

Bei der Auswahl der Funktionen in NICE wird vom Anwender genau definiert, welche Funktionen des Systems bewertet werden sollen. Das Übertragen einer Funktion aus der Defaultliste (links) in die aktive Liste (rechts) funktioniert nach erwartungskonformen Verfahren, wie sie bei vielen Computeranwendungen realisiert wurden.

Bietet die vorgefertigte Defaultliste nicht alle Funktionen eines Systems, die man bewerten möchte, so kann man in einem erscheinenden Eingabeformular ein neues Element für die rechte Funktionsliste eingeben.

Für folgende Bewertungen des gleichen oder eines ähnlichen Systems bietet NICE die Möglichkeit, die erstellten Listen der Funktionen zu speichern und zu einem anderen Zeitpunkt wieder zu laden und gegebenenfalls weiterzubearbeiten.

Auswahl der Bewertungskriterien

Für die Bewertung der Bedienelemente in Bedienkonzepten stellt NICE die Liste mit Bewertungskriterien zur Auswahl, wie sie im Abschnitt 3.2. Bewertungskriterien ermittelt wurden.

Analog zur Auswahl der Funktionen eines Systems für die Bewertung können auch die Bewertungskriterien, die man bei der Evaluation einsetzen möchte, ausgewählt werden. Ebenso kann man auch hier neue Bewertungskriterien definieren und hinzufügen, die nicht in der Defaultliste enthalten sind. Definierte Listen mit ausgewählten Elementen an Bewertungskriterien können separat abgespeichert werden. Dieses Feature unterstützt in besonderem Maße die von Parnow [2000] geforderte Prozessorientierung, da durch diesen modularen und flexiblen Aufbau das Evaluationssystem auch für die verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses geeignet ist. Bei einer Bewertung in einer Entwicklungsphase, in der noch kein Prototyp aufgebaut wurde, macht es zum Beispiel keinen Sinn, über die Haptik von Bedienelementen zu befinden. Mit dieser Option kann man das Verfahren für den Einsatz in bestimmten Situationen adaptieren.

Gewichtung der Bewertungskriterien

Nach der Auswahl der Bewertungskriterien, die in der Evaluation verwendet werden sollen, hat der Bewerter die Möglichkeit, die Kriterien zu gewichten. Standardmäßig sind alle Bewertungskriterien mit 3 gewichtet, was bedeutet, dass allen Kriterien der gleiche Stellenwert in der Evaluation beigemessen wird. Möchte man jedoch bestimmten Kriterien mehr Gewicht und anderen weniger Gewicht zuteilen, so kann man die Gewichte zwischen „1“ (schwach gewichtet) und „5“ (sehr stark gewichtet) verteilen. Mit „0“ kann ein Kriterium aus der Auswertung ausgeblendet werden.

Individuelle Gewichtungsprofile, die vom Standard abweichen, können im konsistenten Dialog abgespeichert werden, um diese bei späteren Evaluationen wieder laden und nutzen zu können.

The screenshot shows a software window titled "UniBwM-Institut für Arbeitswissenschaft". The main content area is titled "(ausgewählte) Bewertungskriterien gewichten". It features two columns of criteria, each with a corresponding weight input field. The left column includes: Selbsterklärungsfähigkeit (weight 2), Position (Erreichbarkeit) (weight 3), Logische Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit (weight 4), Kompatibilität (weight 3), Konsistenz (weight 4), and Dauer der Bedienung (weight 2). The right column includes: Unterbrechungsmöglichkeit / Wiederaufnahme (weight 3) and Rückmeldung (weight 4). Below the criteria, there is a "Hinweis zur Gewichtung!" section with explanatory text. At the bottom, there are buttons for "Zurück", "Weiter", "Hilfe!", "Speichern", and "Laden".

Kriterium	Gewichtung
Selbsterklärungsfähigkeit	2
Position (Erreichbarkeit)	3
Logische Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit	4
Kompatibilität	3
Konsistenz	4
Dauer der Bedienung	2
Unterbrechungsmöglichkeit / Wiederaufnahme	3
Rückmeldung	4

Hinweis zur Gewichtung!
 Der Standardwert der Bewertungskriterien ist "3". Sie können Werte zwischen "1" und "5" eingeben. "1" bedeutet weniger wichtig, "5" bedeutet sehr wichtig. Geben Sie den Wert "0" ein, bedeutet dies, daß das Bewertungskriterium in der Auswertung nicht berücksichtigt wird.

Abbildung 28: Gewichtung der Bewertungskriterien in NICE

Bewertung der Funktionen

Bei der Bewertung der Funktionen bietet NICE zunächst einen Screen mit allen zu bewertenden Funktionen im Überblick. Jeder Funktion ist eine eigene Schaltfläche mit Kontrollkästchen zugeordnet, das automatisch markiert wird, wenn die Funktion bewertet wurde. Der Bewerter muss also nicht einer festgelegten Reihenfolge in der Bewertung der Funktionen folgen, sondern kann sein Vorgehen ganz individuell steuern. Durch die eindeutige und übersichtliche Rückmeldung der Kontrollkästchen ist er jederzeit über den Fortschritt der Bewertung im Bilde. Der Bewerter erkennt schnell und deutlich, welche Funktionen noch evaluiert werden müssen, bevor man zum Auswertungsscreen weitergehen kann.

The screenshot shows a web application window titled "UniBWM-Institut für Arbeitswissenschaft". The main heading is "Funktionen (features) bewerten". Below it, a instruction reads: "Klicken Sie die beschrifteten Felder, um die jeweiligen Funktionen zu bewerten!".

The evaluation area consists of a grid of 28 function names, each with an empty box for evaluation. The functions are:

NAV - Ein-Aus Schalter	NAV - Wegpunkt eingeben		
NAV - Zielort eingeben	NAV - Sprachausgabe Lautstärke		
NAV - Zielort abspeichern	NAV - Standorteingabe		
NAV - abgespeicherten Zielort laden	NAV - aktuelle Position		
NAV - Wechsel Karte - Pfeilansicht			
NAV - Maßstabänderung			
NAV - Auswahl der Standardadressen			

At the bottom, there are three buttons: "Zurück", "Weiter zur Auswertung", and "Hilfe!". An "INFO!" button is also present in the bottom right corner.

Abbildung 29: Bewertungsübersicht der Funktionen in NICE

Für die Bewertung einer Funktion aktiviert man die Schaltfläche mit der entsprechenden Beschriftung und man gelangt zum Bewertungsscreen.

Auf dem Bewertungsscreen sind neben dem Namen der Funktion alle Bewertungskriterien aufgelistet, die bei der Auswahl der Kriterien übernommen wurden. Ein Texteingabefeld daneben bietet Platz für die Bewertungsnote, die der Bewerter hier vergeben soll.¹⁵ Nach jeder Eingabe springt der Cursor automatisch in das Texteingabefeld des nächsten Kriteriums, um wiederum die Aufgabenangemessenheit für das Verfahren ohne Nutzung einer Maus zu erhöhen.

Neben den herkömmlichen Bewertungskriterien erscheinen hier auch die beiden Gewichtungsfaktoren „Konsequenz von Fehlern“ und „Häufigkeit der Bedienung“. Gewichtungsfaktoren spielen in der Auswertung eine etwas andere Rolle als die herkömmlichen Kriterien. Um diese Sonderrolle offensichtlich zu machen, wurden die beiden Eingabefelder als logische Einheit in einem Rahmen eingefasst.

Nachdem alle erforderlichen Noten eingegeben wurden, kommt man mit „Zurück“ wieder zur Übersicht aller zu bewertenden Funktionen.

¹⁵ In der NICE - Hilfe sind ausführliche Hinweise zur Vergabe der Noten enthalten, die die Anwendung des Bewertungstools auch für Nicht-Experten erleichtert.

NAV - Wegpunkt eingeben

Note (0, 1-5)		Note (0, 1-5)	
Selbsterklärungsfähigkeit	2	Unterbrechungsmöglichkeit / Wiederaufnahme	2
Position (Erreichbarkeit)	1	Rückmeldung	3
Logische Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit	4		
Kompatibilität	3		
Konsistenz	2		
Dauer der Bedienung	3		

Gewichtungsfaktoren (1-5)	
Konsequenz von Fehlern	2
Häufigkeit der Bedienung	1

Zurück Hilfe !

Abbildung 30: Bewertungsscreen einer Funktion in NICE

Wurden alle Funktionen eingestuft, was durch ein Häkchen in allen Kontrollkästchen neben den aufgelisteten Funktionen auf der Übersicht rückgemeldet wird, kommt man mit „Weiter zur Auswertung“ auf das Auswertebblatt von NICE.

Auswertung

Das Ergebnis einer Bewertung mit NICE soll den Entwicklern und Designern von Bedienelementen klar aufzeigen, wo sich Änderungen und Verbesserungen effizient umsetzen lassen, was für die Zweckmäßigkeit eines Bewertungsverfahrens [Parnow 2000] gefordert wird. Auf dem Auswertebblatt sind alle Funktionen, Kriterien, Gewichtungen, Noten und Ergebnisse in übersichtlicher Weise aufgelistet. Besonders schlechte Noten sind farblich kodiert hervorgehoben. Schwächen der Funktionen und deren Auswirkung auf das Gesamtergebnis sind unmittelbar erkennbar. Ein erster Ansatzpunkt für Verbesserungen und Veränderungen ist lokalisiert. Diese Erkenntnisse aus dem Auswertebblatt bieten eine sehr gute Grundlage für Diskussionen über Verbesserungsvorschläge der Bedienelemente. Angedachte Lösungen können als veränderte Noten auf dem Auswertebblatt eingegeben werden. Der Bewerter bekommt eine unmittelbare Rückmeldung welche Auswirkung diese Veränderung hat. Im Abschnitt Bewertungsalgorithmen

auf Seite 65 wird auf die mathematischen Zusammenhänge bei der Berechnung der Ergebnisse eingegangen werden. Interessante Erkenntnisse bieten sich dem Entwickler beim „Spielen“ mit den Gewichtungen der Bewertungskriterien auf dem Auswertblatt. Wie zum Beispiel „schneidet“ das Bedienelement ab, wenn der Nutzer mehr Wert auf das eine oder andere Kriterium (z.B. Selbsterklärungsfähigkeit) legt. Ein Abändern aller Daten auf dem Auswertblatt ist auch hier schnell und effizient möglich und das „Feedback“ kommt unmittelbar.

The screenshot shows the 'Auswertung Blatt 1' interface. It features a grid of criteria ratings for various UI elements. The criteria are K1 through K10, G1, and G2. The UI elements are listed on the left, and their corresponding ratings are entered in the grid. The final score is 1,86979.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	G1	G2	Teilergebnis Bedienelement
Ein (AUTO)	5	1	2	3	1	1	1	2			1	1	2
Temperaturregler links	1	1	1	3	1	3	1	2			1	2	1,625
Temperaturregler rechts	1	1	1	3	1	3	1	2			1	2	1,625
abgeschlossener Luftkreislauf	3	2	4	4	3	2	1	4			1	1	2,875
Luftverteilung	1	1	3	1	1	1	1	4			1	2	1,625
Kompressor	3	2	4	3	1	1	1	3			1	1	2,25
Gebälsestärkeregelung	1	1	1	2	1	3	1	3			1	3	1,625
Defroster	2	2	3	3	1	1	1	1			2	1	1,75
Heckscheibenheizung	2	2	3	3	1	1	1	4			1	1	2,125

Bewertungskriterien:

Kriterium	Gewichtung
K1: Selbsterklärungsfähigkeit	3
K2: Position (Erreichbarkeit)	3
K3: Logische Einheiten / Wohlfühle	3
K4: Kompatibilität	3
K5: Konsistenz	3
K6: Dauer der Bedienung	3
K7: Unterbrechungsmöglichkeit /	3
K8: Rückmeldung	3
K9:	
K10:	
G1: Konsequenz von Fehlern	
G2: Häufigkeit der Bedienung	

Auswertungsergebnis:

Müller
KLIMA
1,86979
Aktuelles Ergebnis

Abbildung 31: Auswertungsübersicht in NICE

Mit dem Abspeichern und dem Laden aller Auswertungsdaten und der Option zum Ausdruck bietet sich die Möglichkeit, verschiedene Auswertungen miteinander zu vergleichen. Hierdurch kann unter anderem ein Entwicklungsprotokoll der Bedienelemente erstellt werden. Für den Fall, dass mehr als 13 Bedienelemente zu bewerten sind, gibt es ein zweites Blatt der Auswertung, um die Übersichtlichkeit zu wahren. Hier sind in gleicher Weise alle Daten der restlichen Bedienelemente aufgelistet. Das Gesamtergebnis bezieht sich jedoch immer auf alle zu bewertenden Funktionen von Blatt 1 und Blatt 2.

Bewertungsalgorithmen

Jede einzelne Funktion bekommt ein Teilergebnis (TE). Das Teilergebnis setzt sich aus der Note (N) und der Gewichtung (G) des Bewertungskriteriums zusammen. Die Summe der Produkte muss wieder durch die Anzahl der Gewichtungen geteilt werden, um eine Note zwischen 1 und 5 zu bekommen:

$$TE_x = \frac{G1 \cdot N1 + G2 \cdot N2 + G3 \cdot N3 + \dots}{\sum \text{Gewichtungen}}$$

Das Endergebnis wird durch die Summe der Teilnoten gebildet. Jede einzelne Teilnote wird jedoch noch durch die beiden Gewichtungsfaktoren (GW) gewichtet. Die Summe der Produkte muss wiederum durch die Anzahl der Gewichtungen geteilt werden, um eine Note zwischen 1 und 5 zu bekommen:

$$\text{Ergebnis} = \frac{TE1 \cdot GW1 + TE2 \cdot GW2 + TE3 \cdot GW3 + \dots}{\sum \text{Gewichtungen}(\text{Gewichtungsfaktoren})}$$

INFO

Der Grundsatz der Steuerbarkeit in der EN ISO 9241-10 fordert, dass der Benutzer in der Lage sein soll, den Dialogablauf in seiner Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen. Das INFO-Control in NICE ist eine einfach handhabbare "Fernbedienung" zur flexiblen Steuerung der Bewertungsprozedur. Beim Aufruf durch die INFO-Schaltfläche erscheint das INFO-Fenster (siehe Abbildung 32) mit der Auflistung aller zu durchlaufenden Schritte in der Bewertungsprozedur. Zusätzlich ist der Schritt markiert, in dem man sich aktuell befindet. Möchte man in einen anderen Schritt wechseln, so aktiviert man diesen in einem Optionsfeld und bestätigt die Eingabe mit "Hier will ich hin". Der Benutzer erhält stets die Rückmeldung, in welchem Abschnitt der Evaluation er sich befindet und kann schnell in jeden anderen Abschnitt springen, was ein Höchstmaß an Steuerbarkeit gewährleistet.

INFO bietet auch jederzeit die Möglichkeit mit "Programm beenden" das Programm unmittelbar zu verlassen.

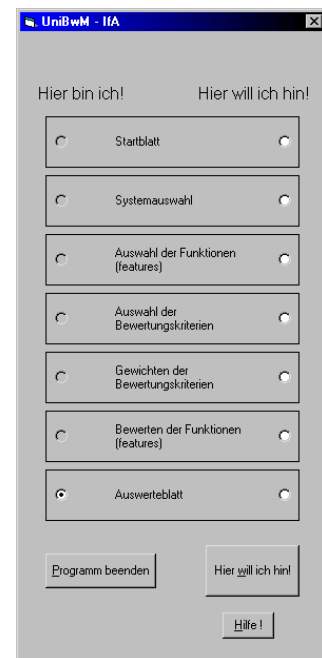


Abbildung 32:
Info-Control in NICE

4.3. Die Hilfe in NICE

Hilfesysteme sollen den Benutzer bei seinen Handlungen am Computer unterstützen. Hierbei steht in erster Linie der Wissenserwerb im Vordergrund. Ein Benutzer kann nicht alles Wissenswerte einer Computeranwendung gelernt haben, bevor er die Software startet. Das Lernen findet viel mehr während der Anwendung am Arbeitsplatz statt, im ständigen Wechsel zwischen Wissenserwerb und Aufgabebearbeitung [Eberleh et al. 1994].

Parnow [2000] fordert in dem Erfolgsfaktor „Akzeptanz“, dass Tools für Bewertungen nicht personenabhängig sein dürfen und auch von Personen anwendbar sein sollen, die keine Ergonomiespezialisten sind, da die Ergebnisse anschließend in Entscheidungsgremien diskutiert werden sollten. Diese Gremien setzen sich meistens aus Mitgliedern verschiedenster Disziplinen zusammen.

NICE entspricht dieser Forderung durch eine entsprechende Hilfedatei als Anleitung für die Bewerter. NICE erhebt jedoch nicht den Anspruch, ein Lehrprogramm für Ergonomie zu sein. Es bietet vielmehr die nötigen Strukturen, Informationen und Anweisungen, um eine objektive Bewertung von Bedienelementen durchführen zu können. Die Hilfe in NICE liefert hierfür einen Großteil an Informationen.

Übersicht der NICE- Hilfe

Die Hilfe in NICE gliedert sich in

- Einführung
- Operationalisierung der Kriterien als Einstufungshilfen
- Hinweise zum Umgang mit Gewichtungen
- Allgemeine Hinweise zur Bewertung der Sicherheit von Bedienkonzepten.

In der *Einführung* finden sich die wichtigsten Informationen für den Beginn einer Arbeit mit NICE. Neben den Hinweisen zu einer optimalen Installation der Software finden sich auch Kurzanleitungen und Screenshots für jeden einzelnen Schritt der Bewertung.

Weitere Hinweise der Hilfedatei enthalten neben der Aufgabenstellung an ein System zur Bewertung von Bedienkonzepten auch Informationen zur Struktur und zum Ablauf des Bewertungstools NICE sowie Angaben zur Verwendung der Gewichtungen.

Die Einstufungshilfen für die Bewertung in Form einer Operationalisierung der Kriterien, als Herzstück der Hilfe, werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Operationalisierung der Kriterien zur Bewertung von Bedienelementen

Die Beschreibungen der Kriterien in der Hilfedatei sind ein unabdingbares Element von NICE. Sie ermöglichen ein objektives Bewertungsergebnis. Verschiedene Bewerter mit unterschiedlichen Hintergründen erhalten durch diese Informationen eine Grundlage an bewertungsspezifischen Hinweisen, welche ihren Wissenstand harmonisieren. Zu

jeder grundlegenden Information zu einem Kriterium wird zusätzlich noch eine Einteilung der Bewertungsstufen vorgeschlagen.

Selbsterklärungsfähigkeit

Sind aus der Form, dem Symbol oder der Anordnung des Bedienelements die Art und der Umfang der Bedienung ohne Erklärung erkennbar?

Die Einschätzung bezieht sich sowohl auf reale wie auch auf virtuelle Bedienelemente (z.B. im Zusammenhang mit Multifunktions-Bedienelementen).

Dabei bedeutet:

1	Funktion ist aus der Form des Bedienelements leicht ersichtlich
2	Funktion ist aus dem Symbol / Beschriftung und der Anordnung des Bedienelements leicht ersichtlich
3	Funktion ist nur aus dem Symbol / Beschriftung ersichtlich
4	Funktion aus Symbol / Beschriftung schwer ersichtlich
5	Funktion weder aus Symbol / Beschriftung noch Bedienelement ersichtlich.

Erreichbarkeit

Liegt das Bedienelement im optimalen Greifraum und ist es dort so angeordnet, dass es bequem und ohne Beeinträchtigung des Fahrzeughandling bedient werden kann?

Werden durch die Anordnung / Bedienung der jeweiligen Elemente primäre Funktionen der Fahrzeugführung, wie lenken, blinken etc. beeinträchtigt, so ist das Kriterium mit 5 einzustufen.

Einstufung:

1	Bei einer normalen Sitzposition liegen alle Bedienelemente im optimalen Greifraum. Sie sind bequem und ohne Änderung der Sitzposition erreichbar. Eine Änderung der Sitzposition ist nicht erforderlich. <i>Beispiel:</i> Bedienelemente am Lenkrad
2	Zur Bedienung ist keine Änderung der Sitzposition erforderlich. Die Bedienelemente liegen aber nicht mehr im optimalen Greifraum. Die Betätigung ist nicht mehr bequem. (unbequem ist z.B. die Lenksäulenverstellung unter dem Lenkrad)
3	Zur Bedienung ist eine geringe Änderung der Sitzposition erforderlich. Hierbei wird jedoch nicht die Sicherheit beim Fahrzeugführen beeinträchtigt. <i>Beispiel:</i> Anordnung der Sitzheizung

4	Zur Bedienung ist eine größere Änderung der Sitzposition oder eine anatomisch nicht korrekte Betätigung (Verrenkung) erforderlich. <i>Beispiel:</i> Fassen des Gurtes über der linken Schulter.
5	Bei der Bedienung der Bedienelemente ist die eigentliche Primäraufgabe (sicheres Führen des Fahrzeugs) beeinträchtigt. <i>Beispiel:</i> Der Knopf für die Warnblinkanlage liegt direkt hinter dem Lenkrad. Zur Betätigung muss der Fahrer durch die Lenkradspeichen fassen.

Bildung logischer Einheiten/Wohlunterscheidbarkeit

Sind die Bedienfunktionen in einer logisch zusammengehörigen Gruppe klar gegliedert angeordnet? Sind benachbarte, nicht zur selben Gruppe gehörende Bedienelemente klar abgegrenzt oder verschieden gestaltet?

Ist die Übersichtlichkeit durch die begrenzte Anzahl von Elementen gewährleistet?

Die Einstufung bezieht sich auf reale und virtuelle Elemente.

Dabei bedeutet:

1	Zusammengehörige Funktionen bilden eine räumliche und haptische Einheit. Unterschiedliche aber benachbarte Funktionen sind durch unterschiedliche Bedienelemente realisiert. Übersichtlichkeit ist durch geringe Anzahl von Elementen gewährleistet. Multifunktions-Bedienelemente: Der Zustand des MFB ¹⁶ ist bekannt und die Zustandsänderung kann anhand des mentalen Modells ohne Blickabwenden ausgeführt werden.
2	Logisch zusammengehörende Funktionen sind zwar nicht zu Gruppen zusammengefasst und damit räumlich codiert. Unterschiedliche Funktionen sind aber haptisch unterschiedlich gestaltet. <i>Beispiele:</i> Drehknopf neben Taster oder Wippe.
3	Die Bedienelemente sind räumlich gruppiert, haben aber dasselbe Aussehen, sind also nicht haptisch codiert. Die Anzahl der Elemente bewegt sich im noch im akzeptablen Rahmen. MFB: Geringe Anzahl virtueller Tasten, die gut gruppiert sind.
4	Geringe räumliche Zusammenfassung von zusammengehörigen Elementen. Die Gestalt der Bedienelemente ist gleich. Die Auffindbarkeit ist dadurch erschwert.

¹⁶ MFB = Multifunktionsbedienelement

5	Keinerlei Gruppenbildung. Zusätzlich haben die übrigen Bedienelemente im Umkreis des eingestuftes dieselbe Form. Große Anzahl von Bedienelementen macht das Auffinden schwierig.
---	--

Kompatibilität

Stimmt die Betätigungsrichtung mit der beabsichtigten Wirkung überein?

Beispiel: Schieberegler nach oben bedeutet 'mehr' Luftverteilung nach oben.

Dabei bedeutet:

1	Richtung der Betätigung und Wirkung sind voll kompatibel <i>Beispiele:</i> Schieberegler nach oben = Zunahme Drücken einer Taste = „Ein“ Stockschalter nach oben = „Ein“ oder Zunahme Drehregler nach rechts = mehr
2	Richtung der Betätigung und Wirkung sind nicht völlig kompatibel. Z.B: Drehregler in einer Liste, im Uhrzeigersinn bedeutet abwärts. Gegen den Uhrzeigersinn bedeutet aufwärts.
3	Betätigungsrichtung und beabsichtigte Wirkung stehen in einem 'neutralen' Zusammenhang. Beispielsweise wird die 'Mehr-Weniger-Funktion durch eine horizontale Wippe betätigt.
4	Betätigung und Wirkung stehen in einem für den Benutzer unklaren Zusammenhang.
5	Betätigungsrichtung und Wirkung stehen in einem unsinnigen, gegenläufigen Zusammenhang. Z.B. muss eine Taste gelöst werden, um eine Funktion zu aktivieren.

Konsistenz

Stimmt die Betätigung mit der Betätigung anderer Funktionen überein? Werden ähnliche Funktionen auf dieselbe Art betätigt? Beispiele sind etwa die Auswahl aus einem Menü, die stets auf die gleiche Art erfolgt oder die Verwendung bestimmter Funktionstasten, die immer die gleiche Wirkung haben.

Dabei bedeutet:

1	Die Bedienstruktur ist absolut konsistent mit gleichem Ablauf der Bedienschritte. <i>Beispiel:</i> Die Veränderung von Lautstärke und Klang erfolgt nach demselben Prinzip. Zusätzlich sind bei MFB die virtuellen Tasten räumlich konsistent angeordnet.
---	--

2	Einstufung wie bei 1, jedoch sind die virtuellen Tasten nicht konsistent angeordnet.
3	Innerhalb eines größeren Systems (vor allem MFB) sind mehrere Strukturen realisiert, die für logisch zusammengehörige Einheiten gleich sind. Z.B. NAV- System und Flottenmanagement folgen einer Bedienstruktur, Telefon einer anderen. Die verschiedenen Bedienstrukturen sind aber für den Benutzer klar abgetrennt und durchschaubar.
4	Die Bedienstrukturen sind ähnlich aber nicht identisch. <i>Beispiel:</i> Abspeichern von Telefonnummern erfordert erst die Eingabe der Nummer und dann des Namens, während das Abspeichern eines Ziels erst den Namen und dann die Zielnummer erfordert. Dies führt zur Verwirrung des Benutzers.
5	Die Bedienung jedes Systems folgt einer anderen Struktur und Reihenfolge. Die Anordnung der virtuellen Tasten ist beliebig.

Dauer der Bedienung

Hier ist einzuschätzen, wie lange der Bedienvorgang für eine Funktion dauert (z.B. Änderung der Temperatur, Wahlvorgang beim Telefonieren).

Da die einzelnen Funktionen per se verschieden lange Betätigungszeiten erfordern (z.B. Umschaltung von Umluft auf Außenluft bei einer Klimaanlage vs. Programmierung eines Ziels bei einem Navigationssystem) sind keine absoluten Zahlenangaben sinnvoll.

Die Bewertung muss daher in Relation zu anderen Auslegungen und zum theoretischen Optimum erfolgen.

Bei MFB ist als Ausgangspunkt immer ein anderes Untermenü zu wählen.

Systembedingte Wartezeiten werden nur gerechnet, solange der Bedienakt noch nicht abgeschlossen ist.

Beispiel 1- Navigationssystem: Die Wartezeiten, die bei der Eingabe einer Stadt durch die Auswahl aus der Liste möglicher Städte entstehen, werden bei der Dauer der Bedienung mitgerechnet. Ein System, das aufgrund der Rechenleistung zu keinen Wartezeiten für den Benutzer führt, ist einem anderen mit langen Wartezeiten überlegen.

Aber: Die Zeit nach Abschluss der Zieleingabe bis zum Beginn des eigentlichen Navigations- Vorgangs wird nicht gerechnet, da der Bedienvorgang abgeschlossen ist.

Beispiel 2 - Heizung: Besteht die Betätigung der Heizung aus mehreren Schritten, so ist die Dauer inklusive möglicher Wartezeiten zu rechnen. Die Zeit, die bis zum Erreichen der gewünschten Temperatur verstreicht, geht nicht in die Bewertung mit ein, da sie mit der Funktionsbedienung nichts zu tun hat.

Dabei bedeutet:

1	sehr kurz
2	.
3	.
4	.
5	sehr lang

Unterbrechbarkeit der Bedienung / Aufwand der Wiederaufnahme

Die Bedienung gilt als leicht unterbrechbar, wenn:

- nur eine einzige Betätigung zum Auslösen einer Funktion erforderlich ist (*Beispiel*: Senderwechsel mit Stationstasten).
- bei Bediensequenzen der Benutzer bei einer Unterbrechung die Bedienung jederzeit ohne Schwierigkeiten an einer logisch sinnvollen Stelle fortsetzen kann.
- eine Bediensequenz von ihrer inneren Logik nicht dazu auffordert, die gesamte Sequenz ohne Unterbrechung auszuführen.
- die Eingabe in einer geordneten Reihenfolge nur dann vom System gefordert wird, wenn dies auch aus Benutzersicht selbstverständlich und zwingend ist (*Beispiel*: Eingabe einer Telefonnummer kann nur in einer festgelegten Reihenfolge erfolgen, dagegen ist es zur Änderung des Klimas beliebig, in welcher Reihenfolge Temperatur und Luftgeschwindigkeit verändert werden).

Die Bereitschaft des Benutzers zur Unterbrechung wird immer dann gering sein, wenn der Aufwand der Wiederaufnahme groß ist, wenn er nach einer Unterbrechung viele Bedienschritte, die er bereits einmal ausgeführt hat, nochmals auszuführen hat.

Dabei bedeutet:

1	Zur Bedienung ist nur eine Betätigung erforderlich. Dies umfasst auch die Einstellung mit einem Drehregler (mit und ohne Rastpunkt) ohne Notwendigkeit der Nachjustierung.
2	Zur Bedienung ist die mehrfache Betätigung derselben Taste erforderlich (<i>Beispiel</i> : Erhöhen eines Wertes mit einer +/- Taste).

3	Die Bedienung erfordert mehrere Aktionen, ausführbar in beliebiger Reihenfolge, oder geordneter Reihenfolge, wenn dies mit der Benutzerlogik übereinstimmt; unterbrechbar und an der letzten Stelle wieder fortsetzbar.
4	... mehrere Aktionen in geordneter Reihenfolge; unterbrechbar, mit Wiederaufnahme an 'logischen Nahtstellen'.
5.1	... mehrere Aktionen in geordneter Reihenfolge, nicht unterbrechbar, oder zeitkritische Rücksetzung bei Unterbrechung.
5.2	... langes Drücken von Tasten, z.B. zum Programmieren eines Wertes.

Rückmeldung

1	Schalter oder System sind schnell selbstrückmeldend, z.B. durch die Schalterstellung, Rastpunkte, etc.
2	Rückmeldung erfolgt über ein gut lesbares Display, auf dem nur die für die Bedienung relevante Information dargestellt ist.
3	Rückmeldung über gut lesbares Display, auf dem neben der für die Bedienung relevanten Information noch andere Infos dargestellt sind, jedoch wohlgruppiert und dadurch noch relativ leicht erfassbar.
4	Rückmeldung über Display, Lesbarkeit (Größe und Kontrast der Zeichen) gut, jedoch nicht gruppiert; oder Rückmeldung über Kontrolllampe auf dem Bedienelement.
5	Rückmeldung über Display mit geringer Zeichengröße oder schlechtem Kontrast, Informationen nicht gruppiert.

Gewichtungsfaktoren

Wie im Abschnitt 3.2. Bewertungskriterien bereits erwähnt, spielen die Kriterien *Konsequenz von Fehlern* und *Häufigkeit der Bedienung* eine besondere Rolle. Als Gewichtungsfaktoren berücksichtigen sie den Einfluss, den ein Bedienelement mit seiner Funktion auf das Gesamtsystem hat.

Konsequenz von Fehlern

Die Bewertung der Konsequenz von Fehlern ist unabhängig von der übrigen Gestaltung zu sehen und bezieht sich ausschließlich auf die Funktion. So ist etwa die Konsequenz einer fehlerhaften Bedienung der Radio-Lautstärke gering, während die Fehlbetätigung des Warnblinkschalters anstelle der Zentralverriegelung drastischere Konsequenzen haben kann.

Dabei bedeutet:

1	Die Konsequenz einer Fehlbedienung ist gering. Sie ist leicht korrigierbar durch die Betätigung einer einzelnen anderen Taste oder durch einen Schritt zurück bei MFB.
2	Konsequenzen der Fehlbedienung gering. Zur richtigen Bedienung ist das nochmalige Ausführen einer kurzen Bediensequenz erforderlich.
3	Die Fehlbedienung betrifft Systeme mit mittlerer Sicherheitsrelevanz. Beispiel: Betätigung des Heckwischers anstelle des Scheibenwischers. Dies kann beim Überholen mit Gischt gefährlich werden.
4	Zur Behebung der Fehlbedienung muss eine längere Bediensequenz komplett neu ausgeführt werden.
5	Konsequenz einer Fehlbedienung betrifft Leib oder Leben der Insassen. Beispiele: Panikschalter, Airbag on/off bei Verwendung von Kindersitzen am Vordersitz.

Häufigkeit der Bedienung

Die Gewichtung mit der Häufigkeit der Bedienung berücksichtigt die potentiellen Auswirkungen guter bzw. schlechter Gestaltung auf die Verkehrssicherheit.

Kann ein Bedienelement beispielsweise nur in ungünstiger Position platziert werden, so ist dies weniger problematisch, wenn es sich um eine selten genutzte Funktion handelt. Gleiches gilt für den Aufbau von Menüstrukturen in einem Multifunktions-Bedienelement. Selten benutzte Menü-Unterpunkte, deren Bedienung lange dauert, werden sich weniger gravierend auf das Gesamtergebnis der Bewertung auswirken.

Dabei bedeutet:

1	Sehr selten benutzt; seltener als einmal pro Monat. Beispiel: Programmieren der Stationstasten.
2	Einmal bei einer durchschnittlich langen Fahrt. Beispiele: Einschalten von Radio, Navigationssystem, Klimaautomatik.
3	4-5-mal pro Fahrt. Beispiele: Senderwechsel, Heizungsregulierung bei Fahrzeugen ohne Klimaautomatik, Änderung der Lautstärke.
4	20-30-mal während einer durchschnittlich langen Fahrt. Beispiele: Auf/Abblenden bei Nachtfahrten, Änderung der Lautstärke.
5	Sehr häufig benutzt. Beispiel: Blinker.

4.4. Evaluation von NICE

Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens

NICE, ein neu entwickeltes Bewertungsverfahren muss vor seiner Anwendung unter Beweis stellen, dass seine Ergebnisse reliabel, valide und objektiv sind. Möglichkeiten für eine Beurteilung stellen u.a. die Analyse durch Experten und die Anwendung des Tools im Feldversuch dar.

Eine Trennung der Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens von seiner Entwicklung garantiert eine Überprüfung, die von impliziten Hypothesen unabhängig ist. Hierfür wurde das Verfahren durch das Institut BEF¹⁷ eingehend analysiert [Mutschler 1998a]. Im Folgenden werden die hieraus gewonnenen Erkenntnisse diskutiert, und untersucht, ob und wie sie sich für eine Weiterentwicklung des Systems umsetzen lassen.

Die Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens gliedert sich in:

- Analyse des Inhalts
- Analyse des Dialogs
- Analyse der Gestaltung
- Gesamtbeurteilung durch Versuche

Inhaltliche Beurteilung

NICE bewertet Bedienelemente in Kraftfahrzeugen in Form einer Nutzwertanalyse. Funktionen eines Systems werden mit gewichteten Kriterien bewertet, wobei auch die Funktionen selbst gewichtet werden. Dies ermöglicht eine systematische Bewertung des Systems nach einzelnen ergonomischen Gesichtspunkten. Bedienelemente, die sich gleichen oder die für mehrere verschiedene Funktionen verwendet werden, müssen in NICE wiederholt bewertet werden. Das kann bei verschiedenen Systemen, die viele solcher ähnlichen Bedienelemente besitzen, zu sich wiederholenden Bewertungen mit gleichen Einschätzungen führen [Mutschler 1998a]. Diese matrixartige Vorgehensweise in NICE (jede Funktion wird mit jedem Bewertungskriterium bewertet) wurde bewusst gewählt, um so in der Bewertung keinen Prüfschritt zu übersehen.

Um den Bedienkomfort und die Akzeptanz zu steigern, ist zu prüfen, ob bestimmte Bewertungskriterien in solchen Fällen übergreifend angewendet werden können, das Bedienelement abgelöst von der zu bedienenden Funktion bewertet werden kann und wie dies realisiert werden soll. Es muss jedoch sichergestellt bleiben, dass jede einzelne Funktion und jedes Bedienelement komplett bewertet wird. Selbst kleine Unterschiede in der Gestaltung können in der Bewertung verschiedene Ergebnisse haben.

¹⁷ Beratungsbüro für Ergonomische Fragen, Karlsruhe

Die Bewertungskriterien, die die Grundlage für die Evaluation mit NICE bilden, beschreiben nach Aussagen des BEF die ergonomische Gestaltung von Bedienelementen relativ vollständig. Insbesondere werden sowohl die kognitiven Aspekte:

- Selbsterklärungsfähigkeit
- Konsistenz
- Bildung logischer Einheiten
- Kompatibilität

als auch die visumotorischen Aspekte:

- Erreichbarkeit
- Dauer der Bedienung
- Unterbrechbarkeit
- Rückmeldung

unterschieden.

Neben diesen 8 Bewertungskriterien könnte man mit weiteren Kriterien sicherlich noch einzelne ergonomische Aspekte genauer untersuchen. Für das BEF wäre eine intensivere Berücksichtigung der Möglichkeit der Blindbedienung sowie der Handhabbarkeit wünschenswert [Mutschler 1998a]. An dieser Stelle befindet sich das Bewertungssystem in einem Bereich mit verschiedenen konkurrierenden Interessen. Natürlich ist es ein Anliegen, alle nur denkbaren Kriterien, Standards und Normen bei einer Bewertung zu berücksichtigen. Die Folge wäre ein komplexes, langwieriges und nicht mehr handhabbares Verfahren, das seine Akzeptanz in der Praxis völlig verlieren würde und auch nicht mehr seinem Anspruch nachkäme, leicht und zeitökonomisch bedienbar zu sein.

Die Auswahl der in NICE angebotenen Bewertungskriterien erfolgte mit der Vorgabe, alle wesentlichen Gesichtspunkte für die sichere Betätigung von Bedienelementen im Kfz zu berücksichtigen. Selbst nicht explizit erwähnte Kriterien, wie die Möglichkeit zur Blindbedienung und die Handhabbarkeit werden durch die existierenden Kriterien und im Besonderen durch ihre Operationalisierung in den Einstufungshilfen abgedeckt. Beispiel: Die Bewertungskriterien Erreichbarkeit, Wohlunterscheidbarkeit und Rückmeldung beschreiben in ihrer Gesamtheit auch die Möglichkeit, ob sich eine Funktion des Systems grundsätzlich blind bedienen lässt. Nur wenn man ein Bedienelement problemlos erreicht, und seine Form und Haptik das Bedienelement eindeutig identifizieren lässt, ist bei einem selbstrückmeldenden Bedienelement eine Blindbedienung überhaupt nur möglich. Ein Bedienelement, das diese Bedingungen erfüllt wird in den drei Kriterien mit der Bestnote 1 eingestuft (siehe folgende Tabelle 2).

	Forderung für Note 1
Erreichbarkeit	Bei einer normalen Sitzposition liegen alle Bedienelemente im optimalen Greifraum. Sie sind bequem und ohne Änderung der Sitzposition erreichbar. Eine Änderung der Sitzposition ist nicht erforderlich. Beispiel: Bedienelemente am Lenkrad
Wohlunterscheidbarkeit	Zusammengehörige Funktionen bilden eine räumliche und haptische Einheit. Unterschiedliche aber benachbarte Funktionen sind durch unterschiedliche Bedienelemente realisiert. Übersichtlichkeit ist durch geringe Anzahl von Elementen gewährleistet. Multifunktions-Bedienelemente: Der Zustand des MFB ist bekannt und die Zustandsänderung kann anhand des mentalen Modells ohne Blickabwenden ausgeführt werden.
Rückmeldung	Schalter oder System sind schnell selbstrückmeldend, z.B. durch die Schalterstellung, Rastpunkte, etc.

Tabelle 2: Forderungen für die Bestnote der Bewertungskriterien *Erreichbarkeit*, *Wohlunterscheidbarkeit* und *Rückmeldung*

Das vom BEF gewünschte Kriterium Handhabbarkeit wird unter anderem durch das NICE-Kriterium Dauer der Bedienung abgedeckt. Die Dauer der Bedienung beschreibt als Leistungsmaß die Effizienz, mit der das Bedienelement benutzt werden kann und berücksichtigt hierdurch auch die Handhabbarkeit eines Bedienelements. Natürlich ist durch eine solche „Überdeckung“ der Kriterien die Differenzierbarkeit eingeschränkt. Ein Entwickler erfährt aufgrund der Bewertung unter Umständen nicht, warum das Eingabeelement unangemessen lange bedient wird.

NICE erhebt nicht den Anspruch, nach der Bewertung ein fehlerfreies Bedienkonzept ausgearbeitet zu haben! NICE identifiziert durch sein Verfahren Schwachstellen in einem System und macht diese unmittelbar offensichtlich. Hierdurch gibt es auch Hinweise, an welcher Stelle des Bedienkonzepts Veränderungen besonders wichtig sind. Mit Hilfe der Operationalisierungen kann der Bewerter auch erkennen, in welche Richtung die Verbesserungen gehen müssen. Diese Erkenntnisse dienen als Grundlage für weitere Diskussionen der Verantwortlichen im Prozess der Systementwicklung von Bedienkonzepten.

NICE ist für die Bewertung von Bedienelementen konzipiert. Die Bedienung solcher Eingabeelemente lässt sich aus wahrnehmungsphysiologischer und kognitiver Sicht jedoch nicht von der zugehörigen Funktion, von der Informationsübermittlung und vom übrigen Mensch-Maschine-Dialog abgrenzen. Das NICE-Verfahren berücksichtigt dies durch die Bewertungskriterien Rückmeldung und Unterbrechbarkeit. Das BEF stellte fest, dass auf der eindimensionalen

Skala des Bewertungskriteriums Rückmeldung, Schnelligkeit, Lesbarkeit und Gruppierung der (rückmeldenden) Anzeige zusammengefasst sind. "Diese Komprimierung von verschiedenen wesentlichen Kriterien einer Anzeige wäre unzulässig. Nach NICE würde ein Bedienelement, das durch die Schalterstellung sofort rückmeldet, mit der Note 1 bewertet, auch wenn es kein oder nur ein schlecht lesbares Display hätte" [Mutschler 1998a, Seite 6]. Nach Auffassung des Autors benötigt ein Bedienelement, das durch die Schalterstellung sofort rückmeldet kein Display und kann somit ohne weiteres mit der Note 1 eingestuft werden. Solche Bedienelemente sind wünschenswert, da sie keine unnötigen und risikoe erhöhenden Blickabwendungen auf ein Display verursachen.

In den meisten Automobil-Cockpits findet man mittlerweile Bedienkonzepte, die mehrere Systeme (Radio, Navigation, Telefon, ...) in einem Multifunktionssystem vereinen. Die Eingabelemente dieser Systeme kann man in vielen Fällen als Multifunktionsbedienelemente bezeichnen, da ein Element für verschiedenartige Funktionen des Systems genutzt werden kann. Diese Multifunktionsbedienelemente werden auch dazu verwendet, um in einem Dialog durch die Menüstruktur des Systems zu steuern. In der Beurteilung wird hier angemerkt, dass das Bewertungsverfahren nicht zwischen der Bewertung von Bedienelementen und der Bewertung von Funktionen unterscheidet [Mutschler 1998a].

In vielen Fällen ist mit den Bedienelementen die beabsichtigte Funktion untrennbar verbunden und muss gemeinsam untersucht und bewertet werden. In der Anwendung von NICE zerlegt der Bewerter den Bedienvorgang einer Funktion in Bedienschritte, die jeweils mit einem Bedienelement verbunden sind und bewertet jeden Schritt einzeln. Da mit solchen Multifunktionselementen oft mehr als nur eine Funktion gesteuert und bedient wird, kommt es in NICE zu einer mehrfachen Einschätzung ein und desselben Bedienelements, aber immer in Verbindung mit einer anderen Funktion. Diese "Redundanzen" [Mutschler 1998a, Seite 7] sind für ein aussagekräftiges Ergebnis wichtig, da ein Bedienelement für eine Funktionen gut und für eine andere Funktion schlecht geeignet sein kann.

Die Definitionen der Notenwerte in der Hilfedatei von NICE wurden in der Untersuchung des BEF als sehr positiv beurteilt. NICE ist ein Bewertungstool, das auch von Nicht-Ergonomen angewendet werden soll, was durch diese Einschätzungshilfen erst ermöglicht wird. Aber auch Ergonomen können sich auf diese Definitionen beziehen, was eine Interpretation des Endergebnisses vor diesem Hintergrund zulässt. Durch die NICE-Hilfe mit den operationalisierten Kriterien wird eine "Einschränkung der Subjektivität der Bewertung ermöglicht, was die notwendige Reliabilität der Bewertung erwarten lässt" [Mutschler 1998a, Seite 8].

Die Gewichtungen der Bewertungskriterien sind per Standardeinstellung auf 3 gesetzt. Hierdurch wird die schnelle und komfortable Anwendung des Bewertungsverfahrens NICE erleichtert, ohne dass man in jedem Fall gewichten müsste. Das BEF fordert an dieser Stelle „Erläuterungen der Sicherheitsrelevanz“ einzelner Bewertungskriterien, mit „entsprechenden Empfehlungen zur höheren Gewichtung“ [Mutschler 1998a, Seite 8]. Im Gegenteil! Das Ziel einer guten ergonomischen Gestaltung von Bedienelementen für eine sichere Betätigung im Kfz ist nur durch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen allen Kriterien möglich. Abweichungen von dieser Balance kann zu einer Vernachlässigung von wichtigen ergonomischen Aspekten führen. Dennoch muss die Möglichkeit der Gewichtung erhalten bleiben, da bestimmte Firmen mit bestimmten Produkten bewusst auf eine Betonung einzelner Aspekte im Rahmen ihrer Firmenphilosophie Wert legen. An dieser Stelle im NICE Bewertungsverfahren wurde also bewusst der Hinweis gegeben:

„Die Standardeinstellung für die Gewichte beträgt 3. Dieser Wert kann für jedes Kriterium um 2 erhöht oder verringert werden.

Aber: *Ziel einer guten ergonomischen Gestaltung ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen allen Kriterien.“*

Einige Beschreibungen und Rangreihenfolgen der Notenwerte waren für das BEF nicht eindeutig nachvollziehbar. So wurde angemerkt, dass der Bewerter bei dem Kriterium Erreichbarkeit eine bequeme Bedienung des Eingabeelements ohne Beeinträchtigung des Fahrzeughandlings nur auf seine eigene Körpergröße und Proportionen beziehen kann. Diese Einschätzung muss an dieser Stelle genügen, da man sonst den Rahmen eines zeitökonomischen Einsatzes für ein Bewertungstool sprengt und sich in einen Bereich begibt, der durch bereits existierende Systeme, wie das System RAMSIS abgedeckt wird. RAMSIS wurde unter der Leitung von Professor Bubb im Auftrag der deutschen Automobilindustrie als CAD-Werkzeug zur ergonomischen Konzeption von Fahrzeuginnenräumen und Cockpitumgebungen entwickelt. Es untersucht in sehr detaillierter Weise Fragestellungen der Anthropometrie, Distanzanalysen zwischen Manikin und Geometrie sowie aufgabenbezogene Bewegungssimulationen [Hartung, Bubb 1999].

Beim Bewertungskriterium Rückmeldung wurde durch das BEF angeregt, dass in der Definition der Einstufungshilfen weitere Abfragen aufgenommen werden sollten, wie zum Beispiel die Farbcodierung.

Hier stellt der Autor wieder heraus, dass es genügen muss, abzufragen, in welchem Maße die Lesbarkeit oder die Informationsaufnahmefähigkeit beeinträchtigt wird und dadurch die Rückmeldung eine schlechte Bewertung bekommt. Ist für die schlechte Rückmeldung eine falsche Wahl der Darstellungsfarben verantwortlich, so genügt dieses Wissen, um in den Diskussionen Lösungen für optimierte Systeme zu finden.

Das Bewertungskriterium „Konsequenz von Fehlern“ bezieht sich als Gewichtungsfaktor übergreifend auf das Bedienelement und die damit verknüpfte Funktion. In der Analyse von NICE wird hier fehlende Differenzierung angemerkt, da meist mehrere Fehler mit unterschiedlicher Folgewirkung möglich sind. „Die Fehler könnten eine visumotorische oder eine kognitive Ursache haben. Bei einem Tastenfeld kann versehentlich eine zur Zieltaste benachbarte Taste betätigt werden, oder es kann aufgrund einer falschen Modellvorstellung eine, evtl. weit abgelegene Taste benutzt werden. [...] So sollte auch die Konsequenz von übergreifenden Fehlern berücksichtigt werden, d.h. wenn die gesamte Funktion falsch ausgeführt wird, wie z.B. die Eingabe eines falschen Ziels“ [Mutschler 1998a, Seite 8].

Es ist wünschenswert ein Verfahren zu haben, das alle Eventualitäten bis ins kleinste Detail untersucht. Durch solch eine Komplexität wäre aber die geforderte Handhabbarkeit und Kompaktheit des Tools nicht gegeben und so verfolgt NICE bei der „Konsequenz von Fehlern“ einen anderen Ansatz.

Ausgangspunkt einer jeden Bedienhandlung ist die Absicht des Fahrers eine Funktion mit einem Bedienelement auszuführen. „Konsequenz von Fehlern“ bewertet die Auswirkung einer Fehlbedienung eines Bedienelementes, wodurch die beabsichtigte Funktion nicht ausgeführt wurde. Es entsteht somit eine Differenz zwischen Absicht und Ergebnis. „Konsequenz von Fehlern“ untersucht diesen Unterschied. Die Absicht des Fahrers, die Radio-Lautstärke zu ändern hat bei einer Fehlbedienung somit deutlich geringere Konsequenzen als die nicht erwirkte Absicht den Scheibenwischer zu betätigen, da bei stark einsetzendem Regen die Sicht hierdurch gefährlich beeinträchtigt werden kann.

In der Differenzierung der Einstufungshilfen wird ebenfalls berücksichtigt, welcher Aufwand notwendig ist, um nach einer Fehlbedienung die eigentliche Absicht des Fahrers doch noch in die Tat umzusetzen.

In diesem Zusammenhang ist auch die Forderung des BEF nach einem weiteren Gewichtungskriterium für „Wichtigkeit“ zu relativieren. Durch die Kombination von „Konsequenz von Fehlern“ und „Häufigkeit der Bedienung“ wird die Wichtigkeit der Fahrzeugfunktionen abgedeckt. Entweder sie sind wichtig, weil sie häufig bedient werden, oder sie sind wichtig, weil sie kritische Zustände des Fahrzeugs verursachen oder verhindern lassen.

Dialog-Beurteilung

In der Analyse des NICE-Dialogs wurde durch das BEF die gute Flexibilität des Tools im Ablauf der Bewertung hervorgehoben. Besonders das "INFO-Control" mit dem "Roten Faden" lässt durch ein direktes Anspringen einer gewünschten Bewertungsphase ein hohes Maß an Beweglichkeit im Prozess der Bewertung zu. „Diese Option ermöglicht den Überblick über das Programm „Wo bin ich? Wo will ich hin?“ und

gibt die Möglichkeit, an jede Stelle der Bewertung zu springen“ [Mutschler 1998a, Seite 9].

Ebenso werden die einzelnen Oberflächen hervorgehoben, "die einer sinnvollen, systematischen Reihenfolge der Bewertungsschritte folgen, da zunächst das zu bewertende System und die Funktionen ausgewählt werden. Danach sind die Bewertungskriterien zu bestimmen und zu gewichten. Anschließend werden die ausgewählten Funktionen dargestellt, und die Bewertung der Funktionen beginnt" [Mutschler 1998a, Seite 9].

Als Einschränkung empfindet das BEF, dass nach einer abgeschlossenen Bewertung nicht mehr in den sequentiellen Ablauf der Bewertung gesprungen werden kann, um weitere Funktionen hinzuzufügen oder um hier Änderungen an den Bewertungskriterien vorzunehmen. Dem entgegen steht, dass der Bewerter nach dem systematischen Ablauf der Bewertung ohne weiteres weitere Funktionen hinzufügen kann, andere Funktionen aus der Bewertung nehmen und auch Änderungen beim Satz der Kriterienliste machen kann. Auf dem Auswertblatt als Übersicht der Bewertung (siehe Seite 64) kann die gewünschte Änderung direkt in die Übersicht eingegeben und die Auswirkung auf das Auswertungsergebnis unmittelbar beobachtet werden.

Der Wunsch in den sequentiellen Ablauf der Bewertung, nach abgeschlossener Bewertung wieder einzusteigen wird bei der Weiterentwicklung der Bewertungssoftware NICE berücksichtigt werden, um dadurch die Steuerbarkeit des Bewertungstools noch weiter zu steigern.

Gestaltungs-Beurteilung

Als positiv wurde die Übersichtlichkeit im Bewertungsverfahren eingestuft. Besonders das Auswertblatt sei trotz der großen Datenmenge noch gut zu überblicken, was durch die Matrixdarstellung "Funktionen X Bewertungskriterien" erreicht wurde [Mutschler 1998a].

Kritikpunkt in der Untersuchung durch das Institut BEF bei der Gestaltungsbeurteilung war, dass NICE keine Bemerkungen erlaubt. „So wäre es wünschenswert, bei der Benotung Anmerkungen zu machen, die die spezifischen Bewertungen erläutern würden. Dies ist v.a. bei den Bewertungskriterien wünschenswert, die auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sind, wie z.B. Selbsterklärungsfähigkeit, Bildung logischer Einheiten und Rückmeldung. Ebenso ist eine schlechte Bewertung der Bediendauer erklärungs würdig, da diese Leistungsgröße verschiedene Ursachen haben kann“ [Mutschler 1998a, Seite 10].

Die Ergebnisse aus einer Bewertung mit NICE sind Diskussionsgrundlagen. Nach der Nutzung des Bewertungstools sollen die Anwender über ihre Ergebnisse diskutieren. Zwischen Bewertung und Diskussion kann unter Umständen ein längerer Zeitraum liegen und so ist der Grund für eine bestimmte Einschätzung oft nicht mehr in der Erinnerung des Bewerterers präsent. Ebenso erfordern die teilweise

mehrdimensionalen¹⁸ Bewertungskriterien eine erläuternde Notiz, was die Ursache für die betreffende Einschätzung war. Aus diesem Grund ist es für die Diskussion unabdingbar, das Entstehen der Bewertung in bestimmten Fällen mit schriftlichen Bemerkungen zu dokumentieren.

Es steht außer Frage, dass bei einer Verbesserung des Bewertungstools NICE der Forderung nach schriftlichen Bemerkungen nachgekommen wird, um die gewonnenen Ergebnisse transparent zu halten.

Gesamtbeurteilung durch Experten

Nach der theoretischen Analyse führte das BEF einen Versuch mit Experten zur weiteren Beurteilung des Verfahrens durch.

Das Expertengremium setzt sich aus 13 Personen aus den Bereichen Ergonomie, Psychologie, Fahrzeugtechnik und Design zusammen.

Versuchsplan

Zur Evaluation des Bewertungsverfahrens NICE wurde ein Versuchsplan mit

- Vorversuch,
- Validierungsversuch und
- Hauptversuch ausgearbeitet.

Im Vorversuch testete ein Teil der Experten den Versuchsablauf.

Zur Validierung der Ergebnisse mit NICE bewertete ein anderer Teil der Experten die Navigationssysteme ohne Vorgaben, d.h. ohne Bewertungsverfahren NICE.

Im Hauptversuch bewerteten weitere Experten zwei Navigationssysteme anhand des Bewertungsverfahrens NICE.

Bei den Navigationssystemen, die in diesem Versuch bewertet wurden handelt es sich zum einen um das BMW-Navigationssystem und zum anderen um das Toyota-Navigationssystem.

Für die Bewertung wurden teilgeübte Benutzer gewählt, die das Bedienprinzip des Navigationssystems kennen, nicht aber die Details in den einzelnen Bedienschritten. Ihre Erfahrungen mit dem zu bewertenden System hatten sie durch die Einweisung von einem Fachmann oder durch das Studium der Bedienungsanleitung. Des Weiteren wurde ihnen auch Zeit gegeben, sich im Stand mit dem System und dem Prüfverfahren vertraut zu machen.

¹⁸ Beispiel: Bei der Bildung logischer Einheiten/Wohlunterscheidbarkeit wird sowohl die räumliche als auch die haptische Gestaltung der Bedienelemente berücksichtigt und in einer Einschätzung zum Ausdruck gebracht. Dies wird als mehrdimensionales Bewertungskriterium definiert.

Versuchsdurchführung

Die Dauer eines Versuchs belief sich insgesamt auf 3 – 3,5 Stunden, gegliedert in:

1. Weiteres Kennenlernen des Navigationssystems und des Prüfverfahrens im Stand (40min)
2. Vertrautmachen mit dem Navigationssystem während der Fahrt (20min)
3. Bewertung des Navigationssystems mit NICE im Stand (90min)
4. Abschließende Beurteilung des Prüfverfahrens im Stand (30-60min)

Bei der *Kennenlernphase* wurden die Experten speziell darauf hingewiesen, sich besonders auf Zielabruf und Zielführung vorzubereiten.

Beim Vertrautmachen wurde eine kleine Probefahrt zu einem Ziel durchgeführt, dass der Versuchsleiter bereits eingegeben hatte und vom Probanden aufgerufen werden musste. Das Ziel wurde so gewählt, dass während der Fahrt mehrfach abgebogen werden musste. Die Probefahrt wurde gemacht, um die optische und akustische Zielführung kennen zu lernen und um kleine Eingaben während der Fahrt durchzuführen.

Als Versuchsaufgabe wurde die Bewertung folgender Funktionen des Navigationssystems vorgegeben:

1. Abrufen eines abgespeicherten Ziels
2. Umschaltung auf die Kartendarstellung
3. Aktivierung der Zielführung

Diese Aufgaben wurden ausgewählt, da sie typische Handlungen bei Navigationssystemen darstellen und auch während der Fahrt durchgeführt werden können und dürfen¹⁹.

Den Probanden wurde die Spezifikation der Systemfunktionen, wie sie im NICE-Abschnitt *Funktionsauswahl* gefordert ist freigestellt, d.h. sie konnten entweder die in den Defaultlisten angebotenen Funktionen auswählen oder sich optional zusätzliche oder passendere Funktionen definieren. Die meisten Probanden wählten folgende Funktionen:

- NAV – Ein-Ausschalter
- NAV – Abgespeicherten Zielort laden
- NAV – Wechsel Karte – Pfeilansicht

¹⁹ NICE bewertet die sichere Betätigung von Bedienelementen im Kfz in Bezug auf Verkehrssicherheit. Prüffragen beziehen sich daher in erster Linie auf Situationen im fahrenden Kfz. Aufgaben wie „Zieleingabe“ sind in manchen Systemen sehr komplex und mental fordernd und werden daher während der Fahrt technisch nicht zugelassen.

Im Verfahrensabschnitt "Auswahl der Bewertungskriterien" wurde meist der angebotene Satz an Kriterien übernommen, was auf den bereits weiter oben erläuterten Hinweis in NICE zurückzuführen ist, dass nur durch die Berücksichtigung aller angebotenen Kriterien eine ausgeglichene und ausgewogene Bewertung im Hinblick auf die Verkehrssicherheit möglich ist.

Die festgelegten drei Aufgaben wurden durch die Probanden meist vollständig bewertet und rechnergestützt mit dem NICE-Verfahren erfasst. Zusätzliche Kommentare wurden auf Tonband gesprochen oder auf Papier festgehalten. Darüber hinaus wurden weitere übergreifende Fragen zum Verfahren gestellt. Dies betraf:

- Vorarbeit (Auswahl der Funktionen)
- Verfahrensablauf (Aufwand, Einstufungen, Blättern, Speichern)
- Verständnisfragen (missverständliche Fragen, Unterschiede des Expertenverständnisses zu den NICE-Einschätzungshilfen)
- Inhalt (nicht abgefragte Eigenschaften der Benutzeroberfläche, Beantwortbarkeit, Anwendungsszenarien)
- Ergebnisse (Auswertebblätter, NICE-Gesamtnote)

Ergebnisse aus dem Versuch

Im Folgenden werden die Ergebnisse und die Kommentare der Untersuchung durch die Expertengruppe gegliedert und zusammengefasst. Die Gliederung bezieht sich hierbei auf die verschiedenen Bestandteile und Abschnitte in NICE sowie auf allgemeine Bemerkungen.

Prüfverfahren

Das angewendete Prinzip mit Funktionen und gewichteten Bewertungskriterien wird von den Experten als positiv eingeschätzt. Das Verfahren wird als gut handhabbar beschrieben, auch wenn die Ausgestaltung der Menüblätter in Einzelfällen kritisiert wird.

Positiv wird auch der offene und flexible Ansatz bewertet, bei dem der Anwender seine Funktionen und Bewertungskriterien selbst definieren kann. Vor dem Hintergrund, dass man immer noch nicht genau weiß, wie komplexe Geräte zu beurteilen sind, stellt dieses Verfahren nach Aussagen der Experten einen ersten gangbaren Weg dar, bei dem insbesondere Schwachstellen eines Gerätes aufgedeckt werden. Die farblich kodierten Noten auf dem Auswertebblatt werden hierbei als gute Hilfe anerkannt.

Kritik trifft den Aufwand zur Entwicklung und Anwendung dieses Bewertungsverfahrens. "Das Verfahren ist zwar schön, komfortabel und modern, doch das Programm muss bezahlt werden und zur Bewertung im Fahrzeug muss ein Rechner mitgeführt werden. [...] Es würde daher genügen, Bleistift und Papier einzusetzen" [Mutschler 1998b, Seite 44].

Möchte man eine Bewertung, wie sie mit NICE realisiert werden kann, mit Papier und Bleistift durchführen und auswerten, erfordert das einen erheblichen höheren Aufwand an Zeit und an Papier. Nicht zuletzt die Erfolgsfaktoren für den Einsatz von Bewertungsmethoden nach Parnow [2000] fordern bei Systemen solcher Komplexität rechnerunterstützte Verfahren.

Im Abschnitt "Funktionenauswahl" werden die Funktionen eines Systems für die Bewertung spezifiziert und aufgeschlüsselt. Der Grad der Aufschlüsselung²⁰ kann je nach Zielsetzung der Bewertung passend gewählt werden, was der Forderung des Parnow'schen Erfolgsfaktors "Prozessorientierung" nach kommt, der den modularen Aufbau von Bewertungssystemen wünscht, um sie für verschiedene Einsatzzwecke optimieren zu können. „Für die Bewertung auf Seite der Nutzer kann es genügen, einige wichtige Funktionen jeweils pauschal zu beurteilen, um zu sehen, ob das System prinzipiell gut zu bedienen ist oder nicht. Diese Funktionen müssten nicht im Einzelnen aufgeschlüsselt werden. Für eine Bewertung auf Seite des Herstellers ist eine Aufgliederung in die Teilfunktionen wichtig, um Verbesserungsmöglichkeiten aufzudecken“ [Mutschler 1998b, Seite 44].

Ein Problem kann hierbei aber sein, dass dem Anwender nicht klar ist, wie er eine Aufgabe unterteilen soll. "Die Wahl der richtigen „Korngröße“ wird ihm aufgebürdet, wenn er sich nicht auf die angegebenen Defaultlisten verlässt" [Mutschler 1998b, Seite 45].

Die angebotenen Defaultlisten im Abschnitt der Funktionenauswahl bieten dem Anwender einen Vorschlag für die Bewertung. Sie enthalten wichtige und grundlegende Funktionen der Systeme und definieren somit eine mögliche „Korngröße“ für die Bewertung der Verkehrssicherheit bei der Nutzung solcher Systeme. Bei Bedarf kann sich der Bewerter natürlich von diesem Vorschlag lösen, weitere Funktionen definieren und somit eine andere „Korngröße“ festlegen.

Gestaltung

Im Versuch zeigte sich, dass bei der Gestaltung des Bewertungsverfahrens NICE noch Mängel in der Benutzerführung erkennbar waren. Optimierte Anwahlmöglichkeit über Shortcuts, Schriftarten, Zoommöglichkeiten und Bezeichnung der Softwarebuttons werden bei der Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens berücksichtigt und implementiert.^{21 22}

²⁰ Eine pauschale Aufschlüsselung wäre die Funktion: "Navigation - Neues Ziel eingeben". Eine weitere Aufschlüsselung in Teilfunktionen wäre: "Navigationssystem auswählen", "Menü - Neues Ziel eingeben", "Eingabe der Adresse", "Zielführung starten".

²¹ Weitere Kritik und Verbesserungsvorschläge, die sich mehr auf softwareergonomische Aspekte des Tools und die Anwendung von NICE beziehen und weniger die Struktur und die Inhalte des Verfahrens beschreiben, wurden analysiert und ebenfalls bei der Weiterentwicklung zu NICE2 berücksichtigt.

Funktionen

Die Vielzahl der Anbieter von Fahrerassistenz- und Informationssystemen mit einer Vielfalt an vorstellbaren Einzel- und Teilfunktionen macht es sehr schwer, eine komplettierte Defaultliste mit allen Elementen anzubieten. Einer solch umfangreichen Liste würde es an Überschaubarkeit und Unterscheidbarkeit mangeln. Bei der Gestaltung der Defaultliste kommt es mehr darauf an, einen Kompromiss zu finden, welcher die Vollständigkeit, die Überschaubarkeit und die Akzeptanz des Nutzers zur manuellen Eingabe von Funktionen optimiert und abstimmt. Bei der NICE-Analyse wurde die Liste der Default-Funktionen bei einem System umfangreicher Funktionalität, wie dem Navigationsgerät als unvollständig eingestuft. Auch wenn umfangreiche Funktionen pauschal in der Bewertung zu einer Funktion zusammengefasst werden können oder der Anwender die Option hat, durch „Neu hinzufügen“ die gewünschte Teilfunktion zu definieren, wird die Defaultliste für die Weiterentwicklung überarbeitet und erweitert.

Bei modernen und komplexeren Fahrerinformationssystemen werden verschiedene Funktionen teilweise mit mehreren Steuerelementen bedient und nicht jedes Bedienelement (MFB²³) ist nur einer einzigen Funktion zugeordnet. Die Operationalisierungen der Kriterien in NICE als Einstufungshilfen beziehen sich überwiegend auf die Bewertung von Bedienelementen und so hatten einige Experten Probleme bei der Zuordnung der Einstufungshilfen zu den Funktionen. „Hier führt also die implizite Zuordnung Bedienelement – Funktion zu Verwirrung“ [Mutschler 1998b, Seite 49].

NICE versucht zwar, die MFB bei den Einstufungshilfen zu berücksichtigen, jedoch ist es schwer möglich, in der bestehenden Struktur von NICE eine eindeutige Trennung von Bedienelementen und Funktionen zu erkennen. Hinzu kommt, dass bei den immer komplexer werdenden Fahrerassistenzsystemen, Dialogführungen und Menüstrukturen, der Evaluation der Schnittstelle Mensch-Maschine eine wachsende und bestimmende Bedeutung zufällt.

Diese Erkenntnisse müssen bei der Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens berücksichtigt und in eine angepasste neue Struktur eingearbeitet werden.

Bewertungskriterien

Im Bewertungsverfahren NICE wird dem User eine Defaultliste an Bewertungskriterien angeboten. „Die Kriterien sind als einzelne Stichwörter in den Menüs zum Teil nicht aussagekräftig genug... Daher werden die Erläuterungen in der Hilfe-Datei sehr begrüßt. Sie ge-

²² Viele Kritikpunkte, u.a. an der Benutzerführung resultieren daraus, dass der Anwender das NICE-Verfahren zum ersten Mal nutzt. Wurde das Verfahren einmal komplett durchlaufen und so das mentale Modell des Prüfverfahrens erfasst, relativieren sich viele Fragen.

²³ MFB = Multifunktionsbedienelement

währleisten eine gewisse Objektivität, d.h. eine interindividuelle Vergleichbarkeit der Prüfung“ [Mutschler 1998b, Seite 50].

Die Einstufungshilfen bei NICE sind zentraler Bestandteil und stellen somit mehr als eine Option für den Bewerter dar! Er wird stark ermutigt, sich in irgendeiner Form an diesen Hilfen zu orientieren. „Die Einstufungshilfen sind grundsätzlich vorteilhaft, da auch dem Nicht-Ergonomie-Experten eine Hilfe bei der Benotung angeboten wird [...] Die meisten der angebotenen Bewertungskriterien waren den Experten klar, und sie beurteilten die Begriffe als unmittelbar verständlich“ [Mutschler 1998b, Seite 51].

Einige Experten versuchten die Noten spontan, ohne Einstufungshilfen, zu vergeben. Obwohl bei einem Vergleich des spontanen Verständnisses der Bewertungskriterien mit den in NICE angegebenen Definitionen Unterschiede auftraten, war es besonders erstaunlich, dass sich die spontanen und die mit Einschätzungshilfen abgegebenen Noten bei 7 der 8 Bewertungskriterien deckten.

Es wurde allgemein anerkannt, dass die Bewertungskriterien mit den Einstufungshilfen ein sehr wichtiger und zentraler Bestandteil des Bewertungsverfahrens NICE sind. Es wurde aber auch angemerkt, dass die Definitionen einiger Bewertungskriterien beim jetzigen Stand noch nicht ohne weiteres anwendbar sind. Dies bezieht sich unter anderem darauf, dass die Kriterien noch zu stark auf Bedienelemente und weniger auf die Software bezogen sind. In der Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens NICE zu NICE2 wird der überarbeiteten und angepassten Definition der Bewertungskriterien eine besondere Beachtung zukommen.

Noten

Die meisten Experten akzeptierten eine quantifizierte Bewertung von Informationssystemen. Nach Aussage eines Experten müssten Benotungen jedoch nur für die Vergabe eines Prüfsiegels eingesetzt werden. „Zum Aufspüren von Schwachstellen und zur Verbesserung eines Gerätes im Zuge der Systementwicklung ist sie [die Benotung] unwichtig“ [Mutschler 1998b, Seite 45]. Schwachstellen werden mit dem NICE-Bewertungsverfahren durch den Einsatz von farbkodierten Noten, welche für besonders schlechte ergonomische Realisierungen vergeben wurden, auf dem Auswertblatt herausgestellt. Bei der Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens wird der Bewerter zusätzlich die Möglichkeit haben, textliche Erklärungen zur Beschreibung der Schwachstellen hinzuzufügen.

Es stellte sich auch die Frage, „ob das Ergebnis, das nur aus Noten besteht, den großen Bewertungsaufwand lohnt?“ [Mutschler 1998b, Seite 45]. Hinter den Noten in NICE stehen die Zuordnungen zu den ausgearbeiteten Einstufungshilfen. Mit dieser Verknüpfung kann sehr schnell der „ergonomische“ Grund für die betreffende Einstufung nachvollzogen und somit spezifiziert werden, worauf die Schwach-

stellen zurückzuführen sind und was zu verbessern ist. Die hinzukommende Option der schriftlichen Bemerkungen wird die Aussagekraft des Ergebnisses weiter erhöhen und den Bewertungsaufwand zusätzlich rechtfertigen.

Hervorgehoben haben die Experten die Skalierung der Noten. Besonders günstig erweist sich das Notenprinzip für Anwender, die mit Ratings keine große Erfahrung haben, was eine Grundforderung an das Bewertungssystem war²⁴. „Nach einer gewissen Übungszeit anhand der Einstufungshilfen können die Noten intuitiv vergeben werden [...] [Die fünfstufige Skala] stellt insgesamt einen guten Kompromiss dar“ [Mutschler 1998b, Seite 46].

Gewichtung

In der Untersuchung des Bewertungsverfahrens NICE durch das Institut BEF wird festgestellt: "Die Gewichtung der Bewertungskriterien und der Funktionen bei NICE ist nach Meinung der Experten grundsätzlich sinnvoll [...] Die Gewichtung muss in Abhängigkeit von der Geräteart und der Situation, in der das Gerät eingesetzt werden soll, durchgeführt werden. Es muss bekannt sein, im Hinblick auf was gewichtet werden soll, z.B. in Bezug auf die Verkehrs- oder Systemsicherheit" [Mutschler 1998b, Seite 58]. Die Gewichte ermöglichen, bestimmte Bewertungskriterien in ihrer Wichtigkeit hervorzuheben. Übergeordnetes Kriterium der Bewertungsprozedur bleibt die Verkehrssicherheit und so ist eine möglichst ausgeglichene Betrachtung aller Kriterien anzustreben, was in der Voreinstellung der Gewichte umgesetzt wird. Unter firmenphilosophischen Gesichtspunkten kann es sinnvoll sein, für eine bestimmte Zielgruppe bestimmte Bewertungskriterien ein wenig intensiver zu beachten²⁵.

Durch den unsachgemäßen Einsatz der Gewichte könnte ein "schlechtes" System "getuned" werden. Der Einsatz von Gewichten und deren Auswirkung auf das Ergebnis muss also im Auge behalten werden.

Die von einem Experten geforderte situationsübergreifende Gewichtung für stehende und fahrende Fahrzeuge wäre sogar mit NICE realisierbar. Kompatibilität, Konsistenz und Bediendauer erleichtern die automatisch ablaufenden Handlungen und wären somit speziell beim Fahren höher zu gewichten als beim Stillstand. Da NICE jedoch in erster Linie zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eingesetzt wird, betrachtet man grundsätzlich in der Bewertung den Zustand eines fahrenden Fahrzeuges. Aus diesem Grund ist eine einheitliche

²⁴ Kapitel 3.1. Generelle Anforderungen und Abgrenzung von bestehenden Systemen auf Seite 45.

²⁵ Bei Fahrzeugen, die für eine ältere Zielgruppe auf den Markt kommen, ist das Kriterium der Selbsterklärungsfähigkeit von besonderer Wichtigkeit. Jüngere Nutzer hingegen zeigen mehr Bereitschaft Bedienungsanleitungen für komplexere Systeme zu studieren.

situationsübergreifende Gewichtung für stehende und fahrende Fahrzeuge nicht unbedingt notwendig. Es zeigt aber, dass das Verfahren dem Parnow'schen Erfolgsfaktor Prozessorientierung [Parnow, 2000] genügt, da es durch seine modulare Struktur für verschiedene Phasen oder Situationen einsetzbar ist.

Ergebnisse des Bewertungsverfahrens bleiben vergleichbar, auch wenn sie mit verschiedenen Gewichtungsprofilen durchgeführt wurden. Die Bewertung der Funktionen eines Systems erfolgt zunächst unabhängig von einer Gewichtung. Die Schwachpunkte eines Systems bleiben also auch unabhängig von jeder Gewichtung immer klar ersichtlich. Die unterschiedlichen Gewichtungen haben ihren Einfluss erst bei der Kalkulation des Gesamtergebnisses. Firmenübergreifende Vergleiche von verschiedenen Systemen derselben Art sind also möglich.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Versuch

Die Dauer der Bewertung eines Navigationssystems mit dem Bewertungsverfahren NICE betrug im Versuch im Schnitt ca. 90 Minuten. „Ein wesentlicher Teil der Bewertungszeit mit dem NICE-Verfahren musste dem Abgleich der Kriteriumsdefinitionen mit den Vorstellungen der Probanden gewidmet werden“ [Mutschler 1998b, Seite 63]. Beachtet man, dass die Experten das NICE-Verfahren vorher nicht kannten, ist davon auszugehen, dass die Bewertungszeit bei häufiger Nutzung von NICE deutlich gesenkt werden kann, da man sich schnell mit den Kriteriumsdefinitionen vertraut machen kann.

Abbildung 33 zeigt eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse der Experten. Es fällt auf, dass von den einzelnen Nutzern nur sehr wenige Funktionen des Navigationssystems ausgewählt und bewertet wurden. Dies mag zum einen daran liegen, dass die Experten das Bewertungsverfahren nur exemplarisch getestet haben, zum anderen wird in NICE auch nur eine limitierte Auswahl an Standardfunktionen gegeben.²⁶

Bei einer Weiterentwicklung des Verfahrens muss die Liste der Standardfunktionen erweitert werden, um dadurch die Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz des Verfahrens weiter zu steigern.

Im Versuch mit den Experten wurden die angebotenen Bewertungskriterien überwiegend komplett einbezogen. "Die Probanden begrüßten, dass Bewertungskriterien vorgegeben wurden" [Mutschler 1998b, Seite 63].

²⁶ Es gibt in NICE die Option, weitere Funktionen manuell zur Bewertung hinzuzufügen, um das Bewertungsverfahren für zukünftige Systeme mit neuen Funktionen offen zu halten. Der Bewerter kann also jederzeit, unabhängig von den Standardlisten, Funktionen, die er für relevant hält, hinzufügen.

NICE-Bewertungsverfahren: Noten für Funktionen / Bewertungskriterien												
Funktion	System	Experte	Bewertungskriterium								Teil- ergeb.	Akt. Ergeb.
			Selbsterk- fähigkeit	Position (Erreich.)	Log. Einh. Wohlunter.	Kompati- bilität	Konsi- stenz	Dauer der Bedienung	Unterbr. / Wiederauf.	Rück- meldung		
Ein-Aus- schalter	BMW	M	3	1	1	1	4	1	1	3	1,9	
	BMW	Pe	3	1	n	2	3	n	0	2	k	
	Toyota	B	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	Toyota	Pa	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
Abgespeich. Zielort laden	BMW	M	3	1	1	1	4	1	1	3	2,4	Anhang 4
	BMW	Pe	3	0	n	0	2	n	3	2	k	
	Toyota	B	3	1	3	2	1	2	1	3	2	
	Toyota	Pa	3	2	3	2	0	4	3	3	2,9	
Wechsel Karte - Pfeil.	BMW	M	k	k	k	k	k	k	k	k	k	
	BMW	Pe	3	2	n	3	3	n	3	2	k	
	Toyota	B	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	Toyota	Pa	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
Maßstabs- änderung	BMW	M	k	k	k	k	k	k	k	k	k	
	BMW	Pe	2	2	n	2	2	n	3	3	k	
	Toyota	B	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	Toyota	Pa	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
Auswahl der Standard- adressen	BMW	M	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	BMW	Pe	3	0	n	2	3	n	4	3	k	
	Toyota	B	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	Toyota	Pa	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	BMW	M									2,1	
	BMW	Pe									k	
	Toyota	B									2	
	Toyota	Pa									2,9	
	Toyota	Pa									2,9	

Abbildung 33: Versuchsübersicht der Evaluation von NICE [Mutschler 1998b]

Objektivität und Reliabilität

Bei den von den Experten abgegebenen Noten ergab sich eine relativ hohe Übereinstimmung. "Von den 20 Noten, die von jeweils zwei Bewertern zum selben Feld abgegeben wurden, differierten lediglich 4 Noten um mehr als einen Punkt und in weiteren 4 Fällen bezeichnete nur einer der Probanden das entsprechende Kriterium als nicht anwendbar. In keinem Fall trat ein Notenunterschied von mehr als 2 Punkten auf. 7 Noten waren identisch. Diese recht gute Übereinstimmung der Aussagen spiegelt den Normierungseffekt der Definitionen und Einstellungshilfen wider [...] So ist beim NICE-Verfahren eine gewisse Objektivität und Reliabilität zu erwarten, auch wenn die Definitionen und Einstellungshilfen häufig kritisiert wurden" [Mutschler 1998b, Seite 63].

Die wenigen Fälle, bei denen ein Notenunterschied von mehr als einem Punkt auftrat, resultierten zum einen daraus, weil der Anwender die Einstufungshilfen nicht berücksichtigte und spontan die Note vergab. Ein anderer Fall war eine Bewertung der Bediendauer. In den Einstufungshilfen werden die Noten von „1=sehr kurz“ bis „5=sehr lange“ angeboten. Trotz weiterer Informationen der Hilfe, was in die Bedienzeiten mit einbezogen werden muss, ist es hier schwer, objektive Einstufungshilfen anzubieten. Grund hierfür sind die per se verschiedenen Bediendauern der Funktionen.

Validierung

Um eine Aussage zur Inhaltsvalidität des Prüfverfahrens machen zu können, bewerteten im Versuch zwei Experten die Navigationssysteme ohne das Bewertungsverfahren NICE. Untersucht wurden in diesem Versuch die Häufigkeiten der Expertenfragen (aufgeschlüsselt nach Aussagen zu Bewertungskriterien) im Vergleich mit den Fragen, wie sie im NICE-Verfahren definiert wurden (siehe Abbildung 34 auf Seite 92). Es wurde dabei noch unterschieden, wie die Experten die Prüffragen aufgefasst haben (NICE / Praxis) und wie sie in der NICE-Hilfe (NICE / Definition) definiert sind.

Bei einem Vergleich der NICE-Spalten mit den Experten-Spalten ergeben sich ähnliche Häufigkeiten bei Fragen zum System, für die Dialogstruktur und teilweise für die Menüs. In den Bereichen Menüinhalt und Eingabeelemente bietet NICE deutlich mehr Prüffragen als die Experten an.

Differenzen werden im Versuch bei Displayaspekten und Sprachausgabe angezeigt. Die hierbei angesprochenen Prüffragen / Aussagen sind zwar nicht explizit als eigenes Bewertungskriterium in NICE aufgenommen, sie finden sich jedoch implizit in den NICE Standardkriteriendefinitionen wieder. Displayaspekte werden in NICE durch die deutlich höhere Anzahl an Prüffragen zur Rückmeldung berücksichtigt.

Bis auf die Fragen zur Sprachausgabe fanden sich alle von den Experten der Validierungsversuche erwähnten und ausgewählten Bewertungskriterien und Prüffragen in den Definitionen der Einstufungshilfen zu den Standardbewertungskriterien wieder, was zeigt, dass dem Prüfverfahren NICE neben Objektivität und Reliabilität auch ein gewisses Maß an Inhaltsvalidität zugrunde liegt.

Fragen / Aussagen zu Bewertungskriterien		----- BMW-Navigationssystem-----			-----Toyota-Navigationssystem----		
		NICE Praxis	NICE Definition	Experte K	NICE Praxis	NICE Definition	Experte H
System	Position	10	10	5	10	10	3
	Rückmeldung	10	10	2	10	10	2
	Zeitaspekte	10	10	2	10	10	2
	Anwendung			5			0
	Leistungsfähigkeit Funktionalität			6			26
Menüs	Menübildstruktur	10		6	10		6
	Menüinhalt	20		12	20		11
	Textverständlichkeit			5			10
	Textlänge			0			0
Display	allgemein			2			3
	Schrift			9			6
	Symbole			3			10
	Farbe			4			3
	Karte			3			7
Sprachausgabe			2			1	
Eingabe(element)	10	40	8	10	40	10	
Dialogstruktur	10	10	9	10	10	4	
Sicherheitsaspekte			2			2	
Summe		80	80	85	80	80	106

Abbildung 34: Versuchsauswertung zur Validität von NICE [Mutschler 1998b]

Ergebnisse der Beurteilung von NICE

NICE eignet sich als computerunterstütztes Verfahren gut zur Bewertung der Bedienelemente von Fahrerassistenzsystemen. Der kompakte Ansatz eröffnet die Anwendung direkt im Fahrzeug und liefert schnelle und gut interpretierbare Ergebnisse, auch wenn es von Nicht-Ergonomen eingesetzt wurde. Es wurde aber auch deutlich, dass sich der Einsatz von NICE auf herkömmliche Mensch-Maschine-Schnittstellen von Standalone-Systemen begrenzt, da es in seiner Struktur nicht genügend auf die Besonderheiten von Multifunktions-systemen, wie z.B. Benutzerführung und Dialogstruktur eingeht.

Die Summe der Erkenntnisse aus der Anwendung und der Evaluation von NICE wurde ausgewertet und zum Teil in eine verbesserte Version von NICE eingearbeitet. Der Großteil der Ergebnisse aus der Untersuchung fand jedoch in einer Konzeption einer neuen Struktur eines Bewertungssystems, auf der Basis von NICE, grundlegende Beachtung.

Im nächsten Kapitel wird dargestellt, wie in einem iterativen Prozess die Weiterentwicklung und Erweiterung von NICE zu NICE2 erarbeitet wurde, um damit auch den Erfordernissen zur Bewertung von MFB gerecht zu werden.

Kapitel 5: NICE2

5.1. Anforderungen an NICE2 (Konzeption)

Aus der Anwendung von NICE(1)²⁷ und den Ergebnissen der Beurteilung des Prüfverfahrens wurden viele Erkenntnisse gewonnen, die in die Arbeiten zur Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens eingeflossen sind. Sie werden in der folgenden Liste noch einmal kurz zusammengefasst:

- Trennung zwischen Bedienelementen und Funktionen
- Trennung der Bewertung zwischen Bedienelemente und Menüstrukturen
- Übergreifende Bewertungskriterien nur für Bedienelemente
- Übertragbarkeit von ähnlichen Einschätzungen
- Option zur Anlage von schriftlichen Bemerkungen zur Dokumentation der Bewertungsergebnisse
- Optimieren der Defaultlisten für Funktionen
- Erweiterung zur Bewertung von Multifunktionssystemen
- Überarbeitung und Entzerrung spezieller Bewertungskriterien
- Anbieten von Beispielen in den Einstufungshilfen
- Stärkere Flexibilisierung des Bediendialogs

5.2. Entwicklungsstufen

Einführung von Steps

Erster Ansatz für eine Weiterentwicklung des Prüfverfahrens, mit dem auch die Bewertung von Multifunktionssystemen ermöglicht werden sollte, war die Einführung von Steps. Eine auszuführende und zu bewertende Funktion eines Einzelsystems muss hierfür in einzelne Schritte (Steps) aufgeteilt werden. Jeder Step ist definiert als logisch abgeschlossene Bedienhandlung eines Bedienelementes. Die Bedienaufgabe „Navigation – Ziel eingeben“ könnte hierfür in die Schritte

1. Menü aufrufen
2. Auswahl Grundfunktionen
3. Auswahl „Ziel eingeben“
4. Eingabe des Ziels mittels Dreh-Drück-Knopf
5. Bestätigung der Eingabe
6. Zurück zum Hauptmenü

unterteilt werden. Jeder dieser Steps wird mit dem existierenden Prüfverfahren NICE1 bewertet, weil jeder Step hierbei als „nicht-multifunktional“ angesehen werden kann.

²⁷ Zur besseren Unterscheidung wird die ursprüngliche Version, im weiteren Verlauf dieser Arbeit, als NICE1 bezeichnet. Die weiterentwickelte Version trägt den Namen NICE2.

Vorteil dieser Lösung wäre gewesen, dass man das bestehende Prüfverfahren NICE1 kaum hätte verändern müssen. Die Nachteile überwogen jedoch.

Als Vorbereitung für die eigentliche Bewertung müssen die zu bewertenden Funktionen eines Systems in viele einzelne Steps zerlegt werden. Sie müssen soweit aufgeschlüsselt werden, bis sie als Nicht-Multifunktions-Funktion mit der Struktur des alten Prüfverfahrens NICE1 bewertet werden können. Dies fordert zum einen die Erfahrung zu erkennen, wann dieser Grad der Aufschlüsselung erreicht ist und zum anderen einen sehr hohen Zeiteinsatz. Beides widerspricht dem Anspruch an das Prüfverfahren, da es dann nicht mehr zeitökonomisch und nicht mehr von Nicht-Ergonomen zu bedienen ist.

Bei der Step-Lösung gibt es auch weiterhin keine wahre Trennung der Bedienelemente von den Funktionen, was aus den bisherigen Erfahrungen mit dem Prüfverfahren gefordert wird. Jeder einzelne Step verbindet immer noch eine auszuführende Funktion mit dem Bedienelement.

Da jeder einzelne Step isoliert bewertet wird, geht der wahre Charakter des Multifunktionssystems in der Bewertung verloren. Eine Evaluation der Menüstruktur ist mit dem Verfahren der Step-Lösung nicht möglich und wird den Forderungen einer Weiterentwicklung damit nicht gerecht.

Phasenlösung

Beim darauf folgenden Ansatz für die weiterentwickelte Realisation des Prüfverfahrens wurde mehr Wert auf die Forderung nach der Trennung von Funktion und Bedienelement gelegt. Bei jeder Bewertung gibt es einen Teil für „hardware-orientierte Funktionen“. In der Abbildung 35 ist dieser Teil als Primärbewertung gekennzeichnet, in dem nur die Bedienelemente mit dem bisherigen NICE1-Verfahren und einem speziellen Satz an Bewertungskriterien für diese Aufgabe untersucht werden. In den bisherigen Untersuchungen hatte sich gezeigt, dass NICE1 für diese Aufgabe gut geeignet ist.

Für die „multifunktions-orientierten Funktionen“, die immer in eine Menüstruktur eingebunden sind, wurde ein zweiter Teil der Bewertung entwickelt. Hierbei werden die multifunktions-orientierten Funktionen in eine „Ansteuerphase“ und eine „Aktivierungsphase“ unterteilt. Die Ansteuerphase bezeichnet die Bedienhandlungen durch die Menüstruktur bis zum Erreichen des gewünschten Zielscreens der Funktion, die Aktivierungsphase repräsentiert die eigentliche Ausführung einer Funktion. Abbildung 35 zeigt einen ersten Entwurf der grafischen Struktur, wie sie für die Realisierung der Phasenlösung entwickelt wurde.

Durch dieses Verfahren wird gewährleistet, dass sowohl Standalone-Systeme, als auch Multifunktionssystem mit ein und demselben Bewertungstool evaluiert werden können, da bei Standalone-Systemen ohne Multifunktionsbedienelemente die Ansteuerphase wegfällt.

Es ergibt sich in der Phasenlösung folgende Bewertungsstruktur:

1. Bewertung der Bedienelemente in der Primärbewertung (unabhängig von Funktionen)
2. Bewertung der Ansteuerphase
 - a. Bewertung der Menüstruktur der Ansteuerphase
 - b. Bewertung der Bedienelemente für die Menüstruktur
3. Bewertung der Aktivierungsphase

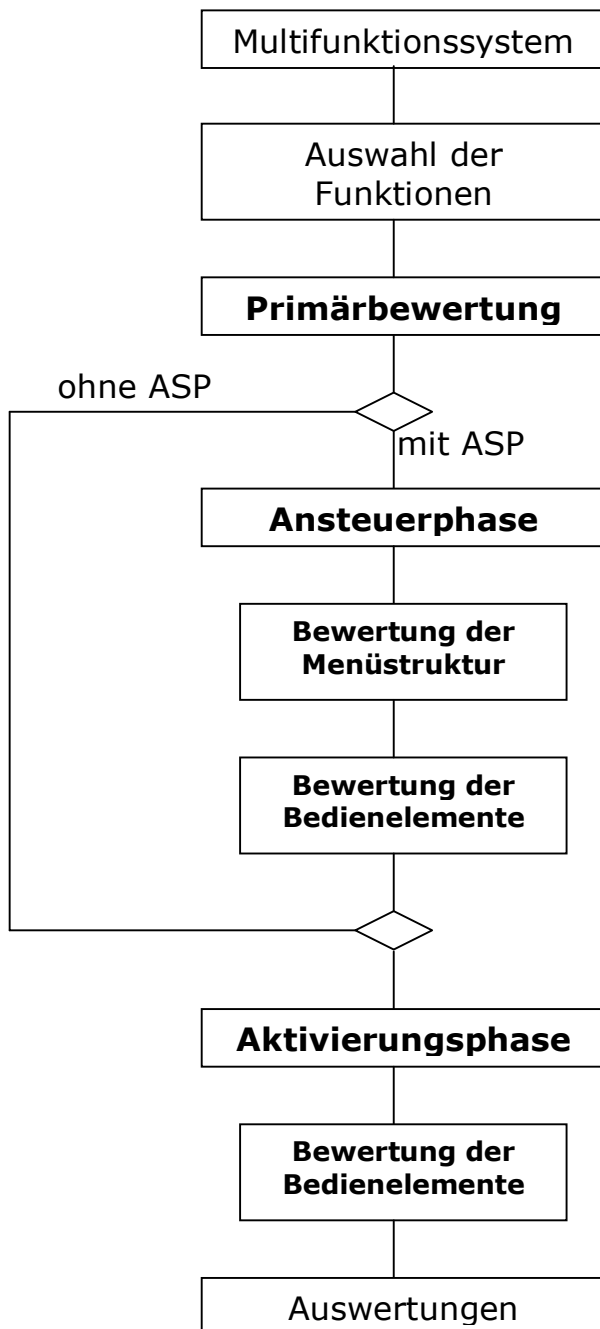


Abbildung 35: Grafische Darstellung der ersten Struktur der Phasenlösung

Für jede Bewertung wurde ein eigener Satz an Kriterien definiert, der alle Aspekte der Ergonomie in diesem Abschnitt erfassen sollte.

In institutsinternen Versuchen und Analysen zeigte sich als Nachteil dieser Phasenlösung, dass wiederum ein sehr großer Aufwand an Arbeit in die Definition der Abgrenzung zwischen Ansteuerphase und Aktivierungsphase gesteckt werden musste. Viele Bewerter hatten ein unterschiedliches Gedankenmodell, was zu verschiedenen Definitionen des Zielscreens führte. Bei einer fehlerhaften und uneinheitlichen Definition dieser Abgrenzung war eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht mehr gegeben.

Ebenso stellte sich heraus, dass sich die Bewertung der Bedienelemente der Ansteuerphase (2a) und die Bewertung der Bedienelemente der Aktivierungsphase (3) teilweise überdeckten. Der Zeitansatz für eine Bewertung nach dieser Struktur steigerte sich erheblich.

Aus allen diesen Erfahrungen resultierte die Struktur, wie sie in der gültigen Version von NICE2 Anwendung findet und in Abbildung 36 auf Seite 99 zu sehen ist.

Die Bewertung der Bedienelemente in der Primärbewertung gewährleistet die strikte Trennung der Hardware von den Funktionen und erlaubt die grundlegende Untersuchung nach ergonomischen Kriterien, wie zum Beispiel der Haptik.

Im Gegensatz zur Phasenlösung muss nun nicht mehr in eine Ansteuerphase und eine Aktivierungsphase unterteilt werden. Hierdurch fällt in der Bewertung ein großer Teil an Definitionsarbeit für die Trennung der Phasen weg, die oft subjektiven Gedankenmodellen unterworfen war.

In der gültigen NICE2-Struktur wird für jede Funktion untersucht, wie die Menüstruktur für diese Funktion ausgelegt wurde und wie die Bedienelemente zur Bedienung dieser Funktion geeignet sind.

Abbildung 36 zeigt, wie die drei (grau schattierten) einzelnen Bewertungsschritte:

1. Primärbewertung (Bewertung der Bedienelemente unabhängig von ihren Funktionen)
2. Bewertung der Funktionen (Hauptbewertung)
 - a. Bewertung der Menüstruktur für die Funktionen (Phasenbewertung Menüstruktur)
 - b. Bewertung der Bedienelemente für die Funktionen (Phasenbewertung Bedienelemente)

in eine Struktur umgesetzt wurden, die in einem rechnerunterstützten Bewertungsverfahren programmiert werden kann.

Für jede Bewertung in dieser Struktur wurde ein eigener Satz an Bewertungskriterien mit den entsprechenden Einstufungshilfen definiert.

Bewertungskriterien in NICE2

Die Primärbewertung in NICE2 legt in erster Linie ihre Beachtung auf die ergonomische Gestaltung der Bedienelemente, eine Thematik, der auch in der Literatur viel Beachtung geschenkt wird. Als bestimmende Kriterien wurden aus Färber & Färber [1987] Wohlunterscheidbarkeit, Haptik und Größe als neue Elemente in den Satz der Kriterien der Primärbewertung aufgenommen.

Für den Kriteriensatz der Phasenbewertung Menüstruktur gaben die Normen zur Dialoggestaltung und Untersuchungen zur Softwareergonomie weitere anwendbare Bewertungskriterien zur Auswahl. "Logische Struktur des Menüs", "Unterbrechbarkeit (Rücksprünge/Steuerbarkeit)" und die "Fehlertoleranz eines Bediendialogs" wurden neu in das Verfahren mit aufgenommen.

Die Phasenbewertung der Bedienelemente spiegelt den ursprünglichen Ansatz des Verfahrens NICE1 ähnlich wieder und so wurden auch grundsätzlich die Bewertungskriterien hierfür übernommen. Tabelle 3 auf Seite 98 zeigt den kompletten Satz an Bewertungskriterien, wie er in NICE2 angewendet wird.

Das Bewertungskriterium "Konsistenz" wird sowohl in der Phasenbewertung Menüstruktur, als auch in der Phasenbewertung Bedienelemente angewendet. Ebenso ähneln sich die Kriterien "Selbstbeschreibungsfähigkeit" (Menüstruktur) und "Selbsterklärungsfähigkeit" (Bedienelemente) in ihrem Wortlaut. Die Operationalisierung aller Kriterien in den Einstufungshilfen ist jedoch speziell auf die entsprechende Phase ausgerichtet worden. Im Abschnitt "Operationalisierung der Kriterien in NICE2" auf Seite 116 werden Einstufungshilfen für die Sätze an Bewertungskriterien der drei Bewertungsphasen definiert.

Primärbewertung	
	Erreichbarkeit / Sichtbarkeit
	Wohlunterscheidbarkeit
	Haptik
	Größe
Phasenbewertung Menüstruktur	
	Selbstbeschreibungsfähigkeit
	Konsistenz
	Logische Struktur des Menüs
	Unterbrechbarkeit (Rücksprünge)
	Rückmeldung
	Fehlertoleranz
Phasenbewertung Bedienelemente	
	Selbsterklärungsfähigkeit
	Konsistenz
	Bildung logischer Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit
	Kompatibilität
	Geschwindigkeit der Bedienung

Tabelle 3: Bewertungskriterien in NICE2

5.3. Grafische Struktur NICE2

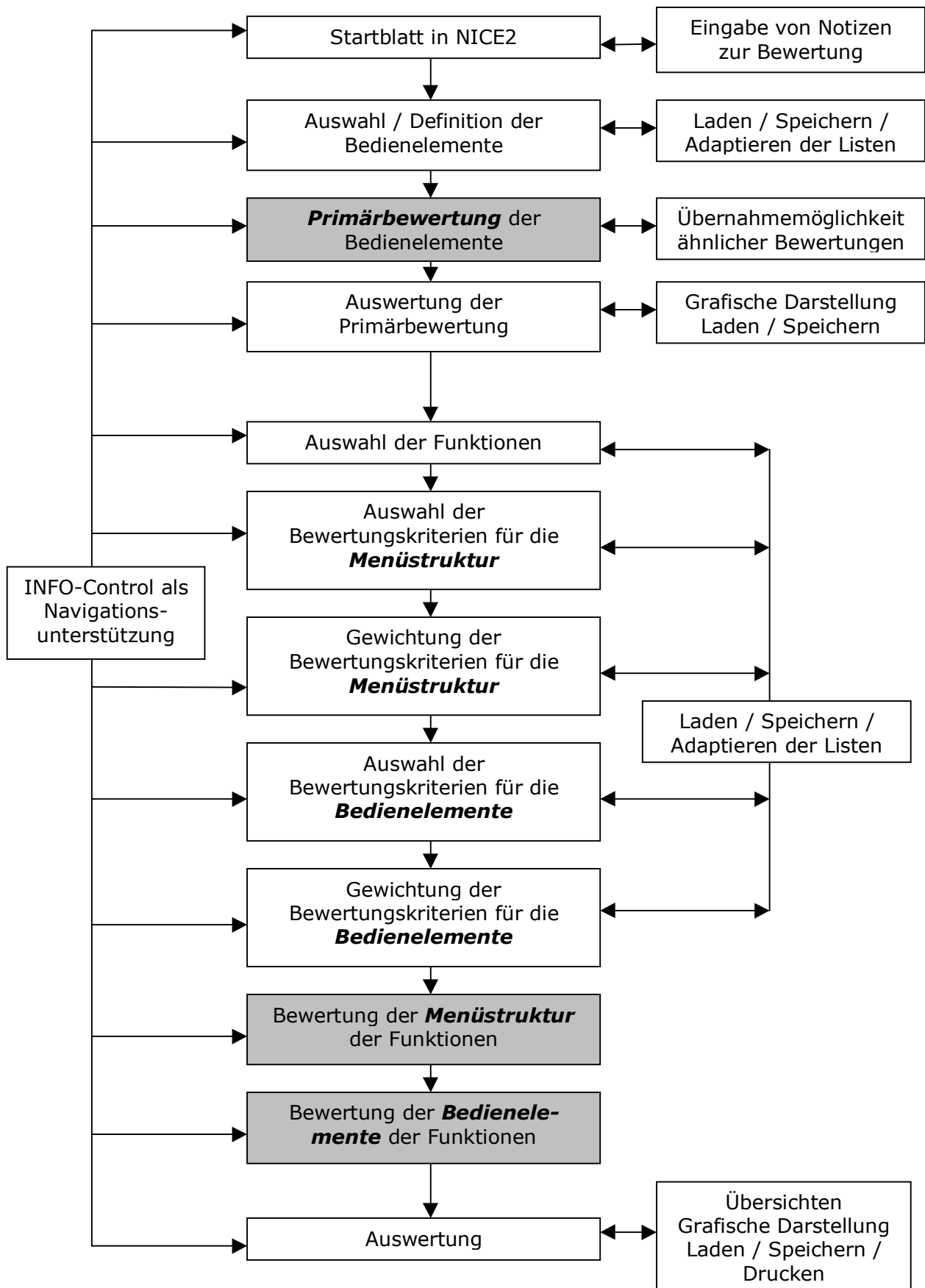


Abbildung 36: Die graphische Struktur von NICE2

5.4. Beschreibung der Programmschritte²⁸

Die erarbeitete Struktur mit einer Unterteilung in eine Primärbewertung nur für die Bedienelemente und einer Hauptbewertung für Menüstruktur und Funktionen wurde in der Software NICE2 mit der folgenden Screenstruktur umgesetzt:

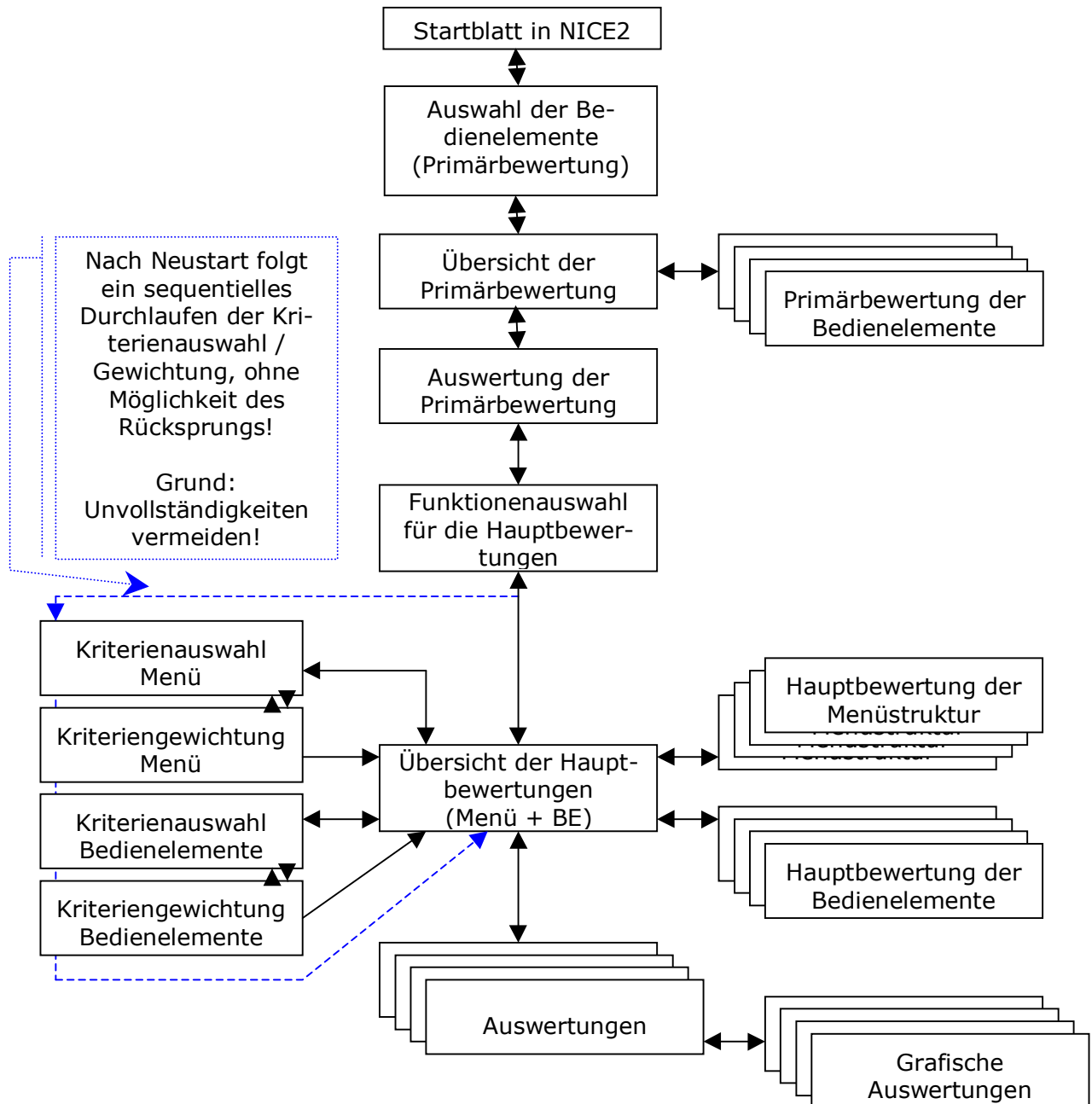


Abbildung 37: Screenstruktur in NICE2

²⁸ NICE2 ist eine Weiterentwicklung von NICE1 und basiert auf dessen Struktur, welche bereits in Kapitel 4.1. ausführlich beschrieben wurde. Manche Bewertungsschritte und Programmoberflächen ähneln denen aus NICE1. In diesem Kapitel werden in erster Linie die Verfahrensschritte beschrieben, die sich von NICE1 unterscheiden.

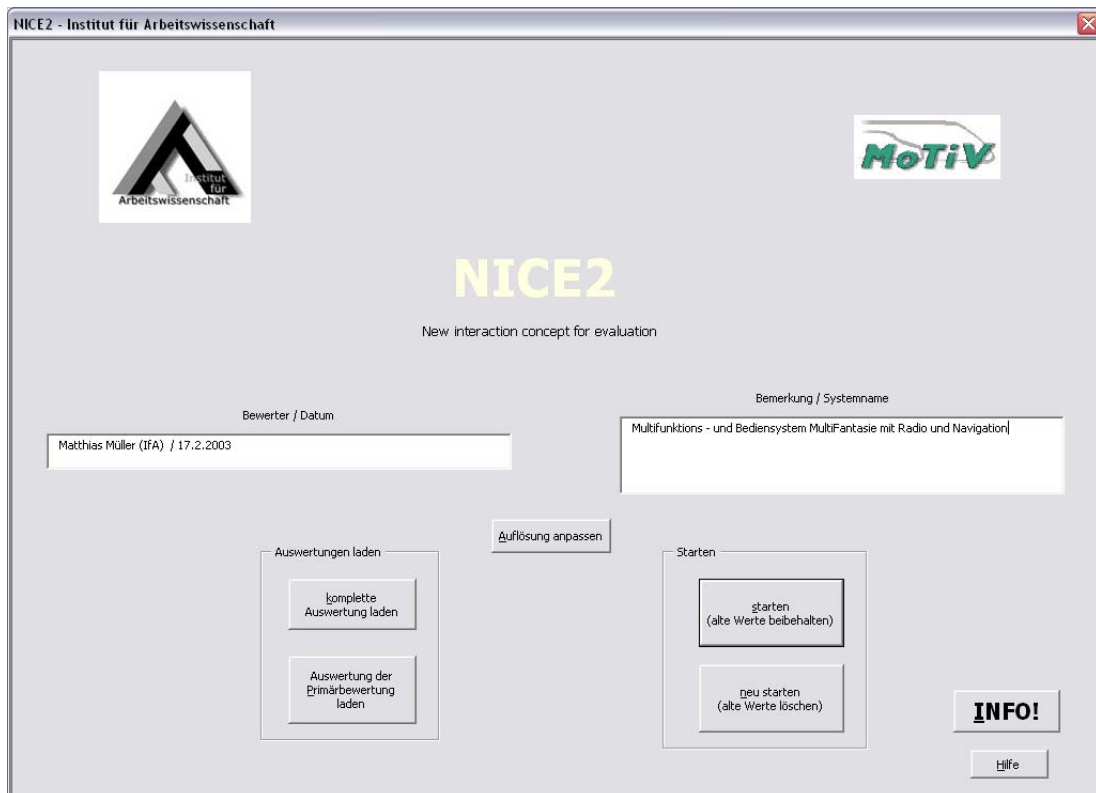


Abbildung 38: Startseite NICE2

Bereits auf der Startseite für NICE2 kann der Bewerter wichtige, übergreifende Bemerkungen zur Evaluation eingeben, die automatisch mit den anderen Daten beim Speichern verknüpft sind. Neben dem Bewerternamen und dem Datum ist es sinnvoll, Angaben zum zu bewertenden System zu machen. Als protokollierbare Besonderheiten zählen unter anderem:

- Angaben zur Realisierung der Integration des Bedienkonzeptes in das Fahrzeug
- Angaben zu einer limitierten Evaluation auf ausgewählte Einzelsysteme und oder Funktionen
- Besondere Umweltbedingungen (starke Sonneneinstrahlung, Nacht, Kälte, Hitze, ...)

Über die Hilfe-Schaltfläche erhält man wie in NICE1 zahlreiche Hinweise für den Ablauf einer Bewertung. Neben den Installationsanweisungen und allgemeinen Informationen werden jetzt sehr detailliert die neuen Optionen aus der Weiterentwicklung zu NICE2 beschrieben.

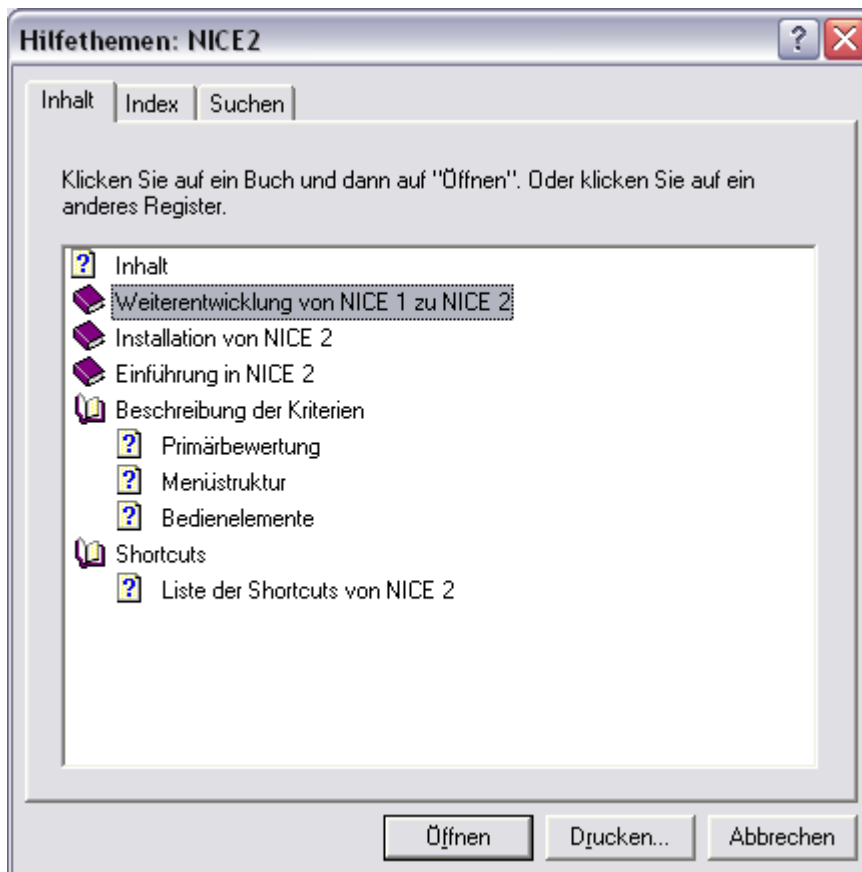


Abbildung 39: Die Hilfethemen in NICE2

Das aus NICE1 bewährte INFO-Control wurde auch für NICE2 übernommen. Eine ergonomische Überarbeitung der Oberfläche soll die Akzeptanz und Selbsterklärungsfähigkeit weiter steigern. Es hat sich gezeigt, dass dieses Feature nach dem ersten Durchlaufen einer Bewertung sehr häufig genutzt wurde, um kleine Änderungen bei der Bewertung durchzuführen oder um die Bewertung zu erweitern. Gegenüber NICE1 wurden hier Verbesserungen realisiert, die dem Nutzer mehr Bedienfreundlichkeit beim Speichern und Laden von Daten sowie bei der Anpassung der Bildschirmgröße geben.

Primärbewertung

Im ersten Schritt der Primärbewertung werden die zu bewertenden Bedienelemente aus einer Defaultliste ausgewählt (siehe Abbildung 40). In NICE2 hat der Anwender die Möglichkeit, diese Defaultliste zu editieren und nach Bedarf zu erweitern. Die ausgewählten Bedienelemente kann er als zusätzliche Option mit Bezeichnungen individualisieren.

Für eine bessere Bedienbarkeit der Software für den Einsatz mit Laptop wurden "Focus"-Schaltflächen eingeführt, die mit der angege-

benen Tastenkombination²⁹ den Focus auf die gewünschte Liste oder das gewünschte Feld legen. Der Anwender kann dadurch auf eine Maus verzichten, die bei einem Einsatz mit dem Laptop in einem Fahrzeug schwer zu bedienen ist.

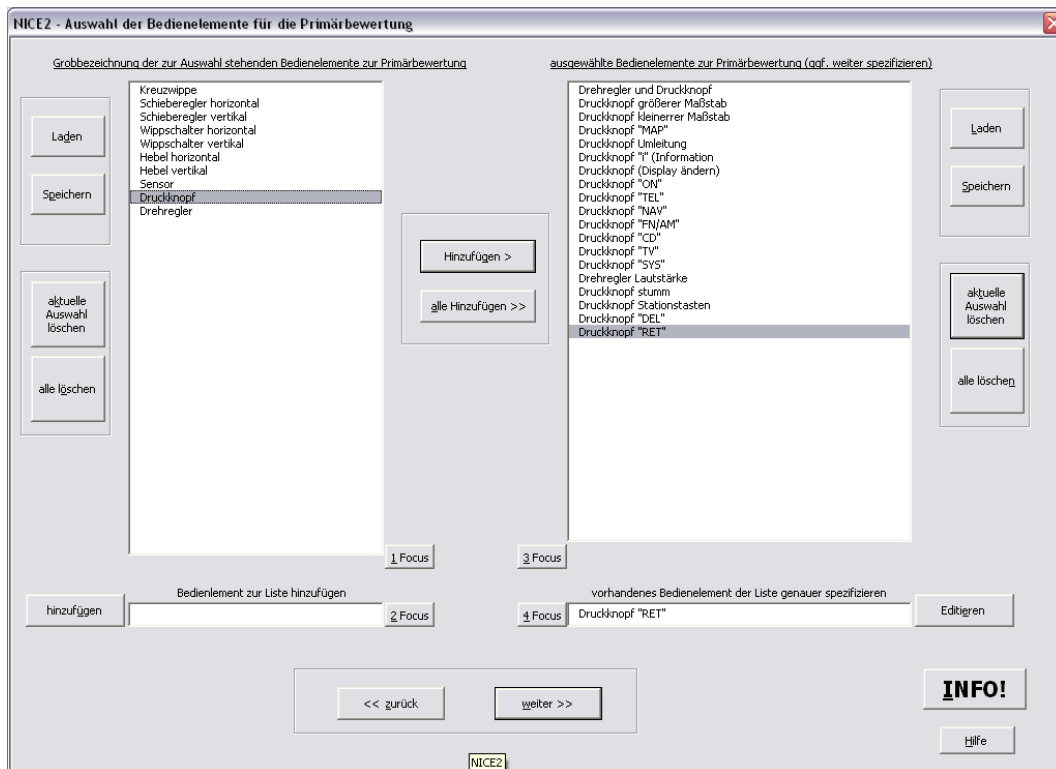


Abbildung 40: NICE2- Auswahl der Bedienelemente für die Primärbewertung

Der nächste „Screen“ in der Bewertungsabfolge ist die Übersicht aller ausgewählten Elemente der zusammengestellten Liste (siehe Abbildung 41). Jedes Feld kann angewählt werden und führt den Benutzer zur eigentlichen Primärbewertung des jeweiligen Bedienelementes. Nach jedem Element kommt er wieder zurück zur Übersicht und kann anhand der Kontrollkästchen erkennen, wie weit sein Fortschritt in der Bewertung ist.

²⁹ Ist bei der "Focus"-Taste eine Zahl oder ein Buchstabe unterstrichen, so kann man durch die Tastenkombination Strg+(unterstrichene Zahl) den Focus auf diese Liste legen.

NICE2 - Übersicht der Bedienelemente zur Bewertung der Primärbewertung

<input checked="" type="checkbox"/> Drehregler und Druckknopf	<input type="checkbox"/> Druckknopf "FN/AM"	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf größerer Maßstab	<input type="checkbox"/> Druckknopf "CD"	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf kleinerer Maßstab	<input type="checkbox"/> Druckknopf "TV"	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf "MAP"	<input type="checkbox"/> Druckknopf "SYS"	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf Umleitung	<input type="checkbox"/> Drehregler Lautstärke	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf "I" (Information)	<input type="checkbox"/> Druckknopf stumm	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Druckknopf (Display ändern)	<input type="checkbox"/> Druckknopf Stationstasten	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Druckknopf "ON"	<input type="checkbox"/> Druckknopf "DEL"	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Druckknopf "TEL"	<input type="checkbox"/> Druckknopf "RET"	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Druckknopf "NAV"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<< zurück weiter >>

Bedeutung der Kästchen vor den Bedienelementen:
 = alle 4 Kriterien bewertet

INFO!
Hilfe

Abbildung 41: NICE2- Übersicht der Bedienelemente für die Primärbewertung

Die Seiten, in denen die Noten für die Bewertungskriterien eingegeben werden (siehe Abbildung 42), weisen gegenüber NICE1 zwei Änderungen auf.

Zum einen ist es möglich, für jede abgegebene Note eine schriftliche Notiz anzufertigen, die erklärende Informationen für besondere Umstände einer Notenvergabe enthalten kann, was eine sehr wichtige Erkenntnis aus der Evaluation von NICE1 war. Diese Bemerkungen werden zusammen mit allen weiteren Daten der Bewertung abgespeichert und sind auf der Übersicht der vergebenen Noten abrufbar. Ein Ausdruck aller angefertigten Notizen ist optional.

Zum anderen stellte sich heraus, dass im Laufe einer Bewertung ähnliche Noten für ähnliche Bedienelemente vergeben werden. Zur Erhöhung der Bedienerfreundlichkeit kann der Bewerter jetzt in einer „Drop down“-Liste das Element auswählen, von welchem die Noten für das gerade zu bewertende Element übernommen werden sollen und kann diese weiter editieren.

NICE2 - Primärbewertung für Drehregler und Druckknopf

Bewertung für Drehregler und Druckknopf

Erreichbarkeit/Sichtbarkeit: 2 | 1 Bemerkung

Wohlunterscheidbarkeit: 1 | 2 Bemerkung

Haptik: 1 | 3 Bemerkung

Größe: 2 | 4 Bemerkung

Wenn Sie Noten übernehmen möchten, wählen Sie hier das Element aus, von dem Sie die Noten übernehmen möchten:

5 Focus

<< zum Übersichtsformular

Abbildung 42: NICE2- Primärbewertung für ein Bedienelement

Die Auswertungsübersicht der Primärbewertung in NICE2 (Abbildung 43) bietet dem Bewerter nicht nur eine Übersicht aller abgegebenen Noten. In vielen Diskussionen über die Darstellung der Ergebnisse einer solchen Bewertung wurde eine Lösung gefordert, die grafisch veranschaulicht, wo die zu verbessernden Schwachstellen des Systems liegen.

NICE2 - Auswertung der Primärbewertung

Bewerter / Datum: Matthias Müller (IFA) / 17.2.2003

Bemerkung / Systemname: Multifunktions - und Bediensystem MultiFantasie mit Radio und Navigation

	K1	K2	K3	K4	Durchschnitt
Drehregler und Druckknopf	2	1	1	2	1,5
Druckknopf größerer Maßstab	2	3	2	2	2,25
Druckknopf kleinerer Maßstab	2	3	2	2	2,25
Druckknopf "MAP"	2	3	2	2	2,25
Druckknopf Umleitung	2	3	2	2	2,25
Druckknopf "I" (Information)	2	3	2	2	2,25
Druckknopf (Display ändern)	2	3	2	2	2,25
Druckknopf "ON"	2	1	1	1	1,25
Druckknopf "TEL"	2	3	2	1	2
Druckknopf "NAV"	2	3	2	1	2
Druckknopf "FM/AM"	2	3	2	1	2
Druckknopf "CD"	2	3	2	1	2
Druckknopf "TV"	2	4	2	1	2,25
Druckknopf "SYS"	2	5	2	1	2,5
Drehregler Lautstärke	2	1	1	2	1,5
Durchschnittsnoten der Kriterien:	2	2,74	1,79	1,74	

K1: Erreichbarkeit / Sichtbarkeit
K2: Wohlunterscheidbarkeit
K3: Haptik
K4: Größe

input/output

Laden

Speichern

Drucken

Blatt 2 der Auswertung

<< zurück

weiter >>

grafische Auswertung

Teilergebnis

Detailergebnis

Auswahl Detailergebnis: 1 Focus 3D-Kegel hintereinander

Gesamt-Durchschnitt: 2,07

aktuelles Ergebnis

INFO!

Hilfe

Abbildung 43: NICE2- Auswertung der Primärbewertung

Neben der farblichen Kodierung der vergebenen Noten in der Übersicht werden für die Primärbewertung zwei grafische Auswertungs-darstellungen angeboten.

Das Teilergebnis zeigt in einem Netzdiagramm (Abbildung 44), wie die Bewertungskriterien der Primärbewertung durchschnittlich für alle Bedienelemente abgegeben wurden.

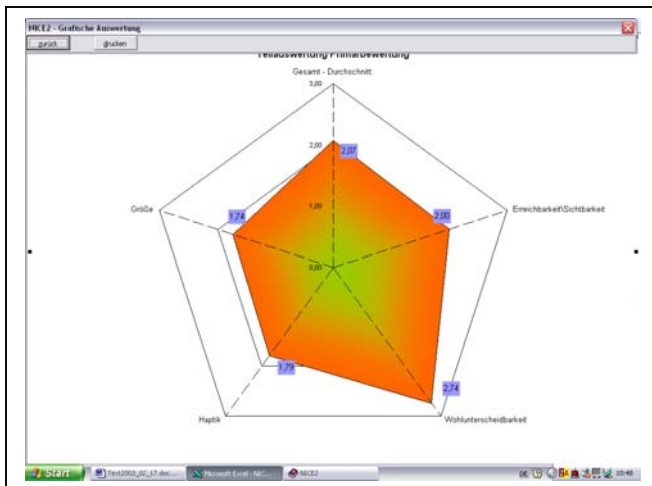


Abbildung 44: NICE2- Grafische Darstellung der Primärbewertung

Das Detailergebnis (Abbildung 45) zeigt die grafische Umsetzung aller vergebenen Noten der Primärbewertung in einem Kegeldiagramm, wobei hier sofort ersichtlich wird, wo das bewertete System seine gefährdenden „Spitzen“ für die Verkehrssicherheit hat.

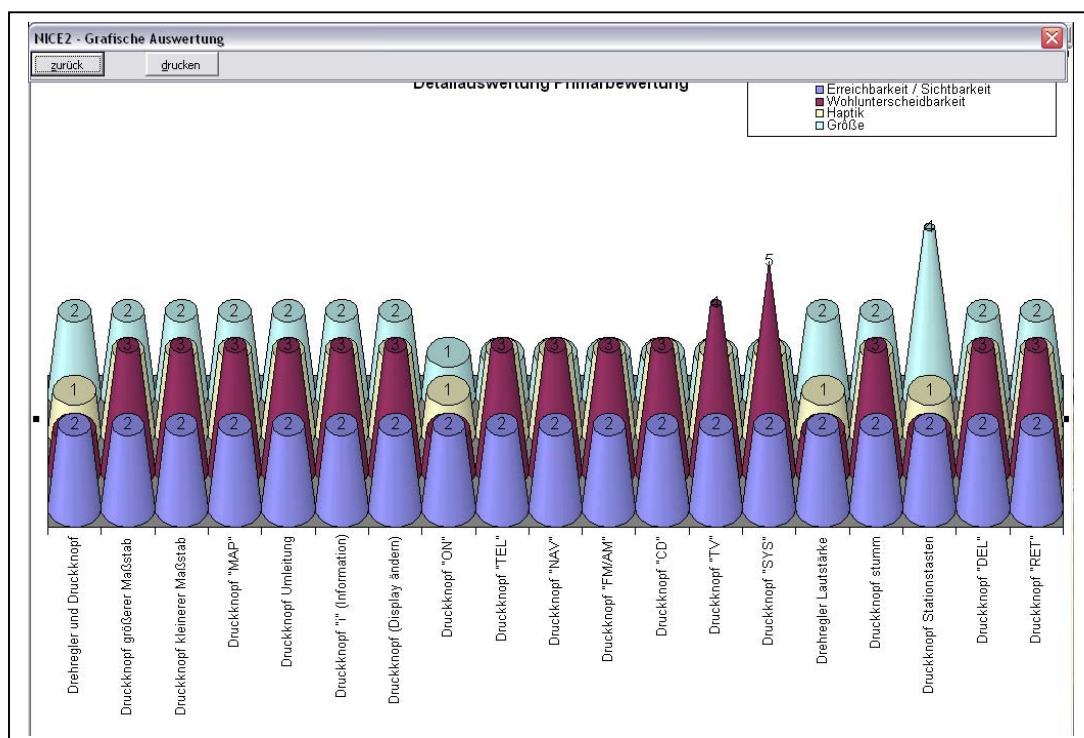


Abbildung 45: NICE2- Grafische Darstellung 2 der Primärbewertung

Als nächster Schritt im Bewertungsverfahren NICE2 folgt nun die Bewertung der Menüstruktur des Bedienkonzeptes (Phasenbewertung Menüstruktur) und die Abschätzung, mit welcher Qualität die Bedienelemente geeignet sind bestimmte Funktionen „zu bedienen“ (Phasenbewertung Bedienelemente).

Phasenbewertungen

Um alle denkbaren Multifunktionssysteme bewerten zu können, wird im Programmabschnitt "Auswahl der Systemfunktionen" das zu bewertende System modular zusammengestellt (siehe Abbildung 46). Der Bewerter wählt auf der linken Seite die angebotenen Funktionen der Einzelsysteme, wie Navigationssystem, Klimaanlage, Audiosystem und Telekommunikation und transferiert diese Funktionen in die Liste auf der rechten Seite, die das reale Gesamtsystem repräsentiert.

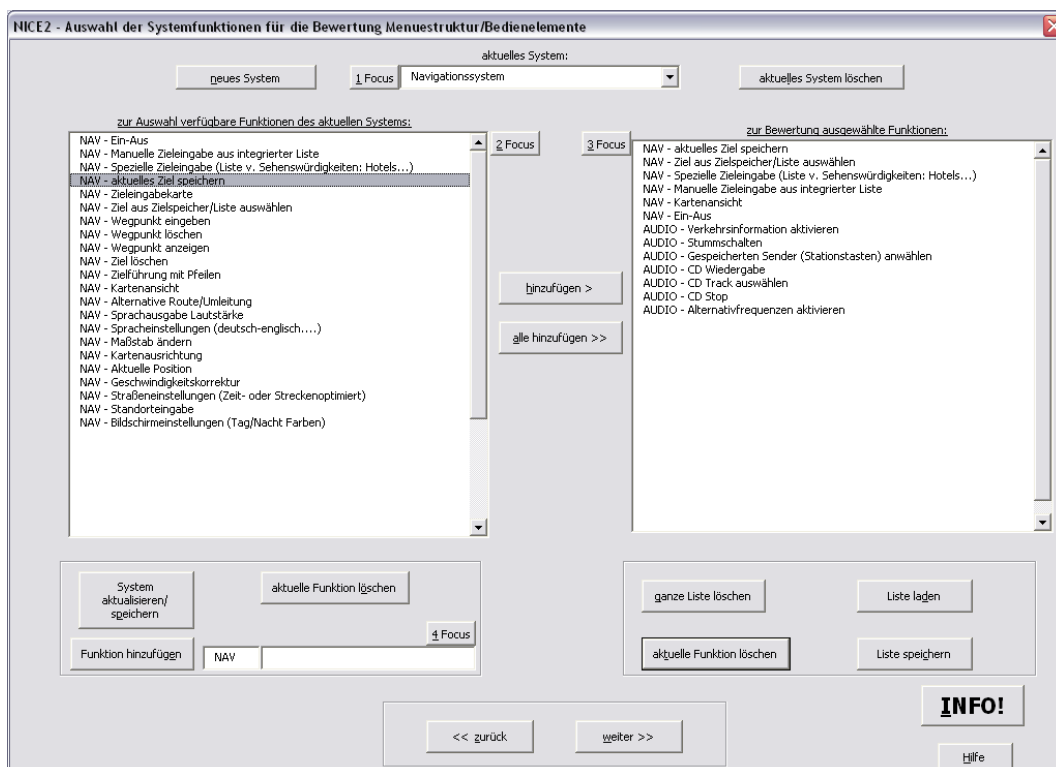


Abbildung 46: NICE2- Auswahl der Systemfunktionen für die Bewertung der Menüstruktur / Bedienelemente

Neue Funktionalitäten und Schaltflächen vereinfachen das Bearbeiten und Zusammenstellen der Listen und ermöglichen zudem eine komplette Funktionsliste für ein neues Einzelsystem anzulegen, das vielleicht in naher Zukunft den Einzug in Fahrzeuge finden wird. Mit dieser Option stellt NICE2 sicher, dass es auch bei fortschreitenden Entwicklungen von IVIS noch als Prüfverfahren eingesetzt werden kann.

Die Auswahl der Sätze an Bewertungskriterien für die Bewertung der Menüstruktur und der Bedienelemente sowie deren Gewichtung verläuft in ähnlicher Weise wie bei NICE1. Die Gestaltung der Screen-Oberflächen und der Schaltflächen in diesen Verfahrensabschnitten wurde verbessert und einzelne Funktionalitäten der Software wurden optimiert.

Abbildung 47 zeigt die Übersicht der zu bewertenden Systemfunktionen. Von hier aus kann der Bewerter flexibel den Verlauf der Bewertung steuern. Er kann in einer frei wählbaren Reihenfolge die einzelnen Systemfunktionen mit den Kriterien der Menüstruktur und den Kriterien der Bedienelemente benoten. Checkboxes geben ihm zu jeder Zeit eine Rückmeldung über den Fortschritt der Bewertung. Zusätzliche Schaltflächen lassen ihn auch von dieser Stelle aus auf die jeweiligen Kriteriensätze zugreifen, um gegebenenfalls Änderungen vorzunehmen.

The screenshot shows a software window titled "NICE2 - Auswahl der Systemfunktionen zur Bewertung der Menüstruktur". At the top, there are four tabs: "Kriteriensatz Menüstruktur ändern", "Modus Menüstruktur" (which is highlighted in green), "Modus Bedienelemente", and "Kriteriensatz Bedienelemente ändern". Below the tabs is a list of system functions, each with a checkbox on the left and a small input field on the right. The first function, "NAV - aktuelles Ziel speichern", is highlighted in green. Other functions include "NAV - Ziel aus Zielspeicher/Liste auswählen", "NAV - Spezielle Zieleingabe (Liste v. Sehenswürdigkeiten: Hotels...", "NAV - Manuelle Zieleingabe aus integrierter Liste", "NAV - Kartenansicht", "NAV - Ein-Aus", "AUDIO - Verkehrsinformation aktivieren", "AUDIO - Stummschalten", "AUDIO - Gespeicherten Sender (Stationstasten) anwählen", "AUDIO - CD Wiedergabe", "AUDIO - CD Track auswählen", "AUDIO - CD Stop", and "AUDIO - Alternativfrequenzen aktivieren". At the bottom left, there is a legend: "Bedeutung der Kästchen vor den Funktionen:" followed by two entries: a checked box for "alle Kriterien der Menüstruktur bewertet" and an unchecked box for "alle Kriterien der Bedienelemente bewertet". In the center bottom, there are two buttons: "<< zurück" and "weiter >>". On the right bottom, there are two buttons: "INFO!" and "Hilfe".

Abbildung 47: NICE2- Übersicht der zu bewertenden Systemfunktionen

Die Systemfunktionen werden angewählt und auf dem folgenden Formular (Abbildung 48) mit Noten eingestuft. Im Gegensatz zu NICE1 hat der Bewerter die Möglichkeit, für jede Note eine zusätzliche schriftliche Bemerkung abzugeben, in der er wichtige begleitende Informationen zur Bewertung abspeichert.

Einstufungshilfen zu den Kriterien sind über die Hilfe jederzeit abrufbar.

1 Focus		2 Focus	
Selbstbeschreibungsfähigkeit (M)	2	Bemerkung	Bemerkung
Konsistenz (M)	1	Bemerkung	Bemerkung
Logische Struktur des Menues (M)	1	Bemerkung	Bemerkung
Unterbrechbarkeit (Rücksprünge) (M)	3	Bemerkung	Bemerkung
Rückmeldung (M)	4	Bemerkung	Bemerkung
Fehlertoleranz (M)	1	Bemerkung	Bemerkung
		Bemerkung	Bemerkung
		Bemerkung	Bemerkung

Gewichtung
 Konsequenz von Fehlern: 1 Bemerkung
 Häufigkeit der Bedienung: 2 Bemerkung

<< zum Übersichtsformular

Abbildung 48: NICE2- Bewertung der Menüstruktur für eine Systemfunktion

Auswertungsübersichten in NICE2

NICE2 bietet dem Anwender eine Vielzahl von verschiedenen Auswertungsübersichten. Die Möglichkeit zur Bewertung komplexer Multifunktionssysteme erfordert mehrere verschiedene Auswertungsgestaltungen und ihre grafische Umsetzung, um Ergebnisinhalte plakativ darstellen zu können. Das Gesamtsystem, die Teilsysteme, die Systemfunktionen und verschiedene Phasen der Bewertung bringen für sich mehrere unabhängig betrachtbare Ergebnisse, die in geeigneter Form aufbereitet werden müssen. Durch eine klare hierarchische Gliederung dieser Auswertungsgestaltungen in NICE2 bleibt die erhebliche Datenmenge überschaubar.

Hierarchische Gliederung der Auswertungsübersichten:

- Gesamtsystem
- Einzelsysteme
- Phasenbewertungen Menüstruktur und Bedienelemente
- Funktionenbewertung
- Primärbewertung

Die Auswertungsübersicht des Gesamtsystems (Abbildung 49) zeigt kompakt auf einen Blick die Gesamtnote des bewerteten Systems und die Noten der Einzelsysteme, welche die Gesamtnote ergeben.

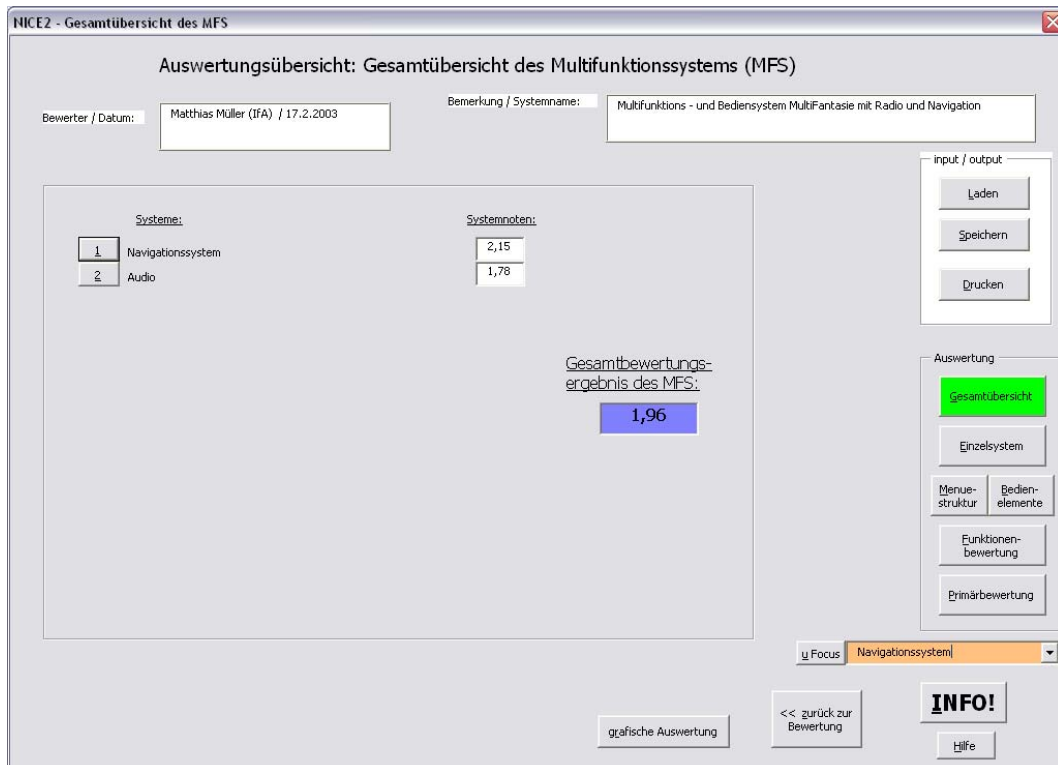


Abbildung 49:NICE2- Gesamtauswertungsübersicht

In einem Netzdiagramm werden die Beiträge der Noten der Einzelsysteme zur Gesamtnote grafisch veranschaulicht (Abbildung 50).

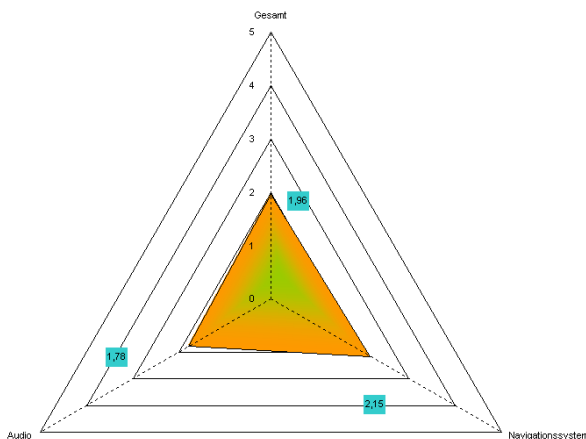


Abbildung 50:NICE2- Grafische Darstellung der Gesamtauswertungsübersicht

Über markierten Schaltflächen kommt man auf die Auswertungsübersicht eines gewünschten Einzelsystems (Abbildung 51). Hierauf sind die Gesamtnoten der Funktionen des Einzelsystems sowohl für die *Phasenbewertung Menüstruktur* als auch für die *Phasenbewertung Bedienelemente* aufgeführt. Bereits hier lassen sich anhand der Note ergonomisch schlecht realisierte Lösungen von Systemfunktionen erkennen. Unterscheidbar ist auch, ob sich der Mangel von der Menüstruktur oder der Auswahl der Bedienelemente ableiten lässt.

Eine andere Darstellung der Ergebnisse eines Teilsystems lässt erkennen, aus welchen Noten der Bewertungskriterien sich dieses Ergebnis zusammensetzt. Im aufgeführten Beispiel (Abbildung 53) sticht hervor, dass die Fehlertoleranz des Menüdialoges eines Navigationssystem grundsätzlich sehr gut bewertet wurde. Nur bei der Systemfunktion "Ein-Aus" wurde es erheblich schlechter eingestuft. Diese identifizierte Schwachstelle bietet beispielsweise eine Grundlage für eine Diskussion zur Verbesserung.

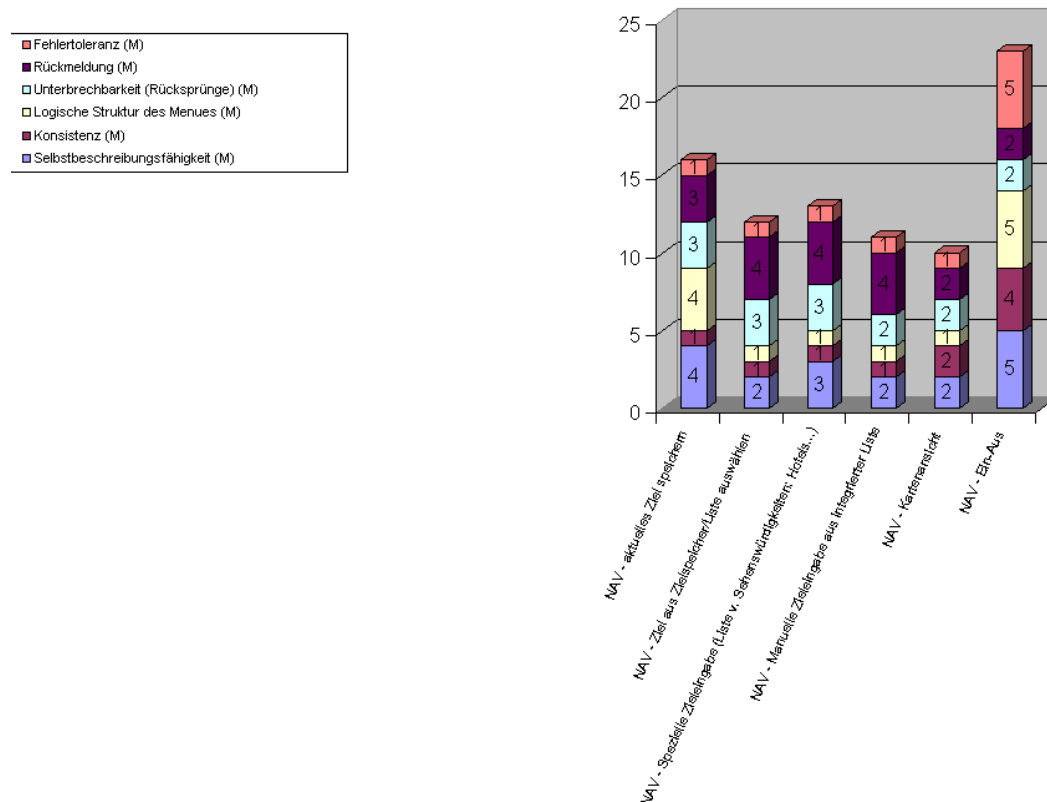


Abbildung 53: NICE2- Grafische Darstellung 2 der Auswertungsübersicht für ein Teilsystem

Weitere Details der vergebenen Noten kann man auf den Schaltflächen der Übersicht anwählen. Es steht jeweils eine Ansicht der Einzelnoten für die *Phasenbewertung der Menüstruktur* und für die *Phasenbewertung der Bedienelemente* zur Auswahl. Die farblich hervorgehobenen grünen Schaltflächen geben dem Anwender immer die Rückmeldung, an welcher Stelle der hierarchischen Struktur, in welcher Detailtiefe der Ergebnisse er sich befindet (Abbildung 54).

Die hier angebotene Übersicht der Noten eines Einzelsystems einer Phasenbewertung ähnelt der Darstellung der Ergebnisse in NICE1. Auf einen Blick ist erkennbar, welche Noten und Gewichtungsfaktoren für die verschiedenen Funktionen eines Einzelsystems vergeben wurden, welche Teilnoten entstehen und wie sich dadurch die Phasennote eines Einzelsystems berechnet.

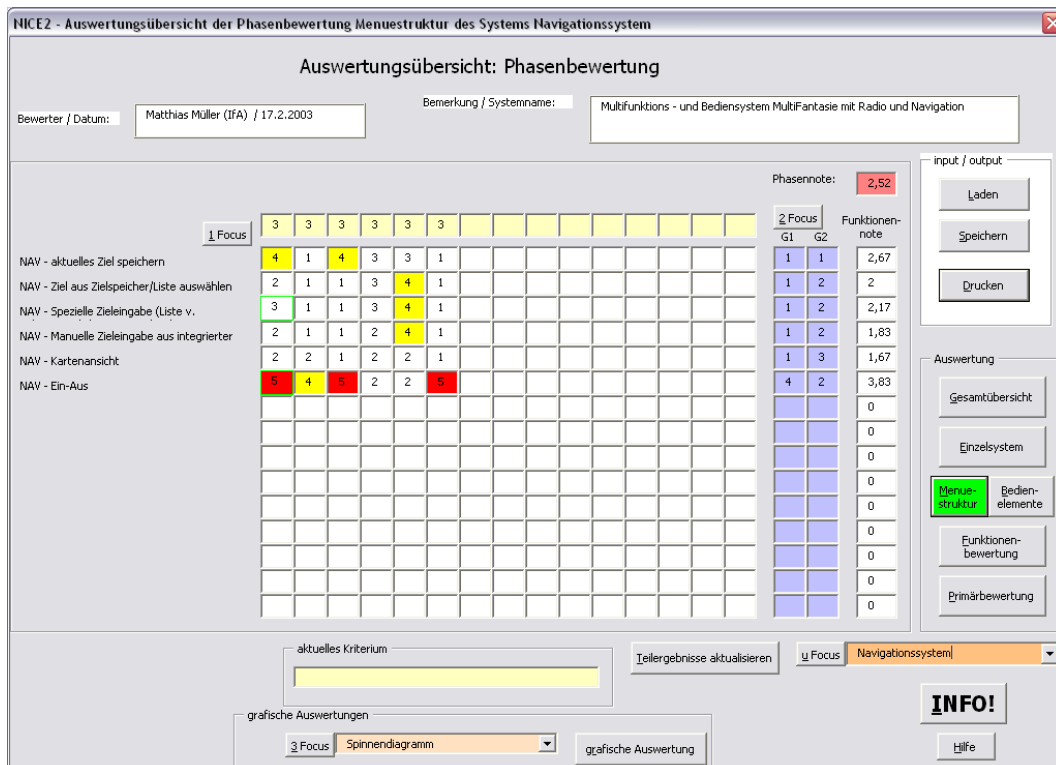


Abbildung 54: NICE2- Auswertungsübersicht einer Phasenbewertung (Menüstruktur)

Die farbliche Kodierung der Notenfelder lässt sofort die Schwachstellen eines Systems erkennen und zeigt auf, wo an einer Verbesserung der Schnittstelle gearbeitet werden muss. Ein farblich auffälliger grüner Rahmen um eine Note zeigt auch an, dass für diese Einstufung eine schriftliche Bemerkung hinterlegt wurde, die zu jeder Zeit angezeigt und erweitert werden kann.

Auch bei diesen Auswertungen verdeutlichen, ähnlich wie bei den vorangegangenen Übersichten, verschiedene grafische Darstellungen die Aussagekraft der Ergebnisse.

Die detaillierteste Möglichkeit zur Darstellung der Noten aus dem Bewertungsverfahren ist die Übersicht der Funktionenbewertung (Abbildung 55).

Jede definierte Funktion des Multifunktionssystems kann auf dieser Seite aufgerufen werden und die entsprechenden Einstufungen erscheinen übersichtlich in zwei Spalten. Eine Spalte enthält alle Noten zu den Bewertungskriterien aus der *Phasenbewertung der Menüstruktur*, die andere Spalte enthält alle Noten zu den Bewertungskriterien aus der *Phasenbewertung der zugehörigen Bedienelemente*.

Abbildung 55: NICE2- Auswertungsübersicht einer Systemfunktion

Die Navigation zwischen den verschiedenen Auswertungsübersichten und grafischen Darstellungen wird durch eine durchsichtige, hierarchische Gliederung (vom Gesamtsystem zu den einzelnen Systemfunktionen - vom Gesamten zum Detail) und durch selbsterklärende und rückmeldende Schaltflächen in Verbindung mit bezeichneten Listenfeldern erleichtert.

Bewertungsalgorithmen

Primärbewertung

Der Gesamtdurchschnitt der Primärbewertung $Note_{PB}$ setzt sich wie folgt zusammen:

$$Note_{PB} = \frac{\sum BE}{Anzahl(BE)}$$

wobei BE für die Durchschnittsnote eines Bedienelementes steht, die sich wiederum berechnet durch:

$$BE_1 = \frac{Note_1 + Note_2 + Note_3 + Note_4}{4}$$

$Note_1$ bis $Note_4$ steht für die Bewertung des Bedienelementes nach den Kriterien der Primärbewertung, Erreichbarkeit / Sichtbarkeit, Wohlunterscheidbarkeit, Haptik und Größe.

Hauptbewertung

Die Berechnung der Noten für die Hauptbewertung folgt einem ähnlichen Muster. Die Gesamtnote des Multifunktionssystems errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der Noten der Einzelsysteme.

Beispiel:

$$\text{Gesamtnote} = \frac{\text{Note}(\text{Navigation}) + \text{Note}(\text{Radio}) + \text{Note}(\text{Klima}) + \text{Note}(\text{Telefon})}{4}$$

Die Note eines Einzelsystems (z.B. Klima) errechnet sich aus den Noten für die Phasenbewertung Menüstruktur und Phasenbewertung Bedienelemente:

$$\text{Einzelsystem} = \frac{\text{Phasennote}(\text{Menüstruktur}) + \text{Phasennote}(\text{Bedienelemente})}{2}$$

Eine Phasennote berechnet sich aus den Noten für die Funktionen eines Einzelsystems, unter besonderer Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren und der Gewichtungen für Bewertungskriterien.

Jede einzelne Funktion eines Einzelsystems (z.B. Klima) bekommt ein Teilergebnis (*TE*). Das Teilergebnis setzt sich aus der Note (*N*) und der Gewichtung (*G*) des Bewertungskriteriums zusammen. Die Summe der Produkte muss wieder durch die Anzahl der Gewichtungen geteilt werden, um eine Note zwischen 1 und 5 zu bekommen:

$$TE_x = \frac{G1 \cdot N1 + G2 \cdot N2 + G3 \cdot N3 + \dots}{\sum \text{Gewichtungen}}$$

Das Ergebnis einer Phasenbewertung wird durch die Summe der Teilergebnisse gebildet. Jedes einzelne Teilergebnis wird noch mit den beiden Gewichtungsfaktoren (*GW*) "Häufigkeit der Bedienung" und "Konsequenz von Fehlern" gewichtet. Die Summe der Produkte muss wiederum durch die Anzahl der Gewichtungen geteilt werden, um eine Note zwischen 1 und 5 zu bekommen:

$$\text{Phasennote} = \frac{TE1 \cdot GW1 + TE2 \cdot GW2 + TE3 \cdot GW3 + \dots}{\sum \text{Gewichtungen}(\text{Gewichtungsfaktoren})}$$

5.5. Die Hilfe in NICE2

NICE1 hat in der Anwendung gezeigt, dass es ein erster hilfreicher Ansatz für die computerunterstützte Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen von Einzelsystemen in Fahrzeugen ist. NICE2 wurde mit dem Anspruch weiter entwickelt, auch komplexer werdende Multifunktionssysteme, wie sie in Zukunft in Fahrzeugen zu erwarten sind, bewerten zu können. Um diese Forderung erfüllen zu können war die Erweiterung der Bewertungsstruktur mit mehreren Kriteriensätze notwendig.

In der Beurteilung von NICE1 wurde die Zweckmäßigkeit der Hilfe bestätigt und für NICE2 die wesentlichen Inhalte der Hilfe übernommen.

Inhalte der NICE2-Hilfe :

- Inhaltsübersicht
- Weiterentwicklung von NICE1 zu NICE2
- Installation von NICE2
- Einführung in NICE2
- Beschreibung der Bewertungskriterien
 - Primärbewertung
 - Phasenbewertung Menüstruktur
 - Phasenbewertung Bedienelemente
- Erläuterungen zur Bedienung mit Shortcuts

Eine wesentliche Änderung bei der Weiterentwicklung zur NICE2-Hilfe war die Überarbeitung der Operationalisierung der Bewertungskriterien in die drei Kriteriensätze für die Bewertungsabschnitte der *Primärbewertung*, der *Phasenbewertung Menüstruktur* und der *Phasenbewertung Bedienelemente*. Zusätzlich angebotene textliche und grafische Beispiele unterstützen den Anwender bei der Einschätzung.

Operationalisierung der Kriterien in NICE2

Kriterien der Primärbewertung

Erreichbarkeit/ Sichtbarkeit

Liegt das Bedienelement im optimalen Greifraum und ist es dort so angeordnet, dass es bequem und ohne Beeinträchtigung des Fahrzeughandling bedient werden kann?

Werden durch die Anordnung / Bedienung der jeweiligen Elemente primäre Funktionen der Fahrzeugführung, wie lenken, blinken etc. beeinträchtigt, so ist das Kriterium mit 5 einzustufen!

Einstufung:

1	Bei einer normalen Sitzposition liegen alle Bedienelemente im optimalen Greifraum. Sie sind bequem und ohne Änderung der Sitzposition erreichbar. Eine Änderung der Sitzposition ist nicht erforderlich. <i>Beispiel:</i> Bedienelemente am Lenkrad.
2	Zur Bedienung ist keine Änderung der Sitzposition erforderlich. Die Bedienelemente liegen aber nicht mehr im optimalen Greifraum. Die Betätigung ist nicht mehr bequem. <i>Beispiel:</i> Die Lenksäulenverstellung unter dem Lenkrad.
3	Zur Bedienung ist eine geringe Änderung der Sitzposition erforderlich. Hierbei wird jedoch nicht die Sicherheit beim Fahrzeugführen beeinträchtigt. <i>Beispiel:</i> Anordnung der Sitzheizung.
4	Zur Bedienung ist eine größere Änderung der Sitzposition oder eine anatomisch nicht korrekte Betätigung (Verrenkung) erforderlich. <i>Beispiel:</i> Fassen des Gurtes über der linken Schulter.
5	Bei der Bedienung der Bedienelemente ist die eigentliche Primäraufgabe (sicheres Führen des Fahrzeugs) beeinträchtigt. <i>Beispiel:</i> Der Knopf für die Warnblinkanlage liegt direkt hinter dem Lenkrad. Zur Betätigung muss der Fahrer durch die Lenkradspeichen fassen.

Wohlunterscheidbarkeit

Sind die Bedienfunktionen in einer logisch zusammengehörigen Gruppe klar gegliedert angeordnet? Sind benachbarte, nicht zur selben Gruppe gehörende Bedienelemente klar abgegrenzt oder verschieden gestaltet?

Ist die Übersichtlichkeit durch die begrenzte Anzahl von Elementen gewährleistet?

Einstufung:

1	Zusammengehörige Funktionen bilden eine räumliche und haptische Einheit. Unterschiedliche aber benachbarte Funktionen sind durch unterschiedliche Bedienelemente realisiert. Übersichtlichkeit ist durch geringe Anzahl von Elementen gewährleistet.
2	Logisch zusammengehörige Funktionen sind zwar nicht zu Gruppen zusammengefasst und damit räumlich codiert. Unterschiedliche Funktionen sind aber haptisch unterschiedlich gestaltet. <i>Beispiele:</i> Drehknopf neben Taster oder Wippe.
3	Die Bedienelemente sind räumlich gruppiert, haben aber das selbe Aussehen, sind also nicht haptisch codiert. Die Anzahl der Elemente bewegt sich im noch im akzeptablen Rahmen.
4	Geringe räumliche Zusammenfassung von zusammengehörigen

	Elementen. Die Gestalt der Bedienelemente ist gleich. Die Auffindbarkeit ist dadurch erschwert.
5	Keinerlei Gruppenbildung. Zusätzlich haben die übrigen Bedienelemente im Umkreis des eingestuftes dieselbe Form. Große Anzahl von Bedienelementen macht das Auffinden schwierig.

Haptik

Unterstützt die haptische Gestaltung den Benutzer bei der Bedienung? Ermöglicht sie die Bedienung ohne Blickzuwendung? Ist eine sichere Bedienung der Bedienelemente gewährleistet (z.B. Abgleitsicherheit durch konkave oder geriffelte Oberflächen)?

Einstufung:

1	Die Bedienelemente sind abgleitsicher gestaltet. Sie sind ohne Blickzuwendung auffindbar. Sie sind mit einem angemessenen Widerstand bedienbar (Ein Drehknopf ohne fühlbaren Widerstand ist ebenso verwirrend, wie ein Drehknopf mit einem kaum zu überwindenden Widerstand).
2	Die Bedienelemente sind abgleitsicher gestaltet. Sie sind ohne Blickzuwendung auffindbar. Der Widerstand bei der Bedienung ist jedoch nicht angemessen.
3	Die Bedienelemente sind ohne Blickzuwendung auffindbar, jedoch ist ihre Oberfläche nicht abgleitsicher gestaltet.
4	Die Bedienelemente sind nicht ohne Blickzuwendung auffindbar. Sie sind abgleitsicher gestaltet und mit einem angemessenen Widerstand bedienbar oder: Es ist keine Blickzuwendung erforderlich aber die Bedienung ist schwergängig, hakelig und die Oberfläche ist nicht abgleitsicher gestaltet.
5	Die Bedienung ist schwergängig, hakelig oder breiig (ohne klaren Druckpunkt). Blickzuwendung ist erforderlich und die Oberfläche ist nicht abgleitsicher gestaltet.

Größe

Erlaubt die Anordnung / Größe und Form des Bedienelements die gewünschte und bequeme Bedienung? Ein mehrmaliges Ansetzen der Bedienhandlung aufgrund der nicht optimalen Gestaltung des Bedienelements muss mit der Note 5 bewertet werden.

Die Bedienung muss möglich sein, ohne dabei von anderen Bedienelementen behindert zu werden. Ebenso ist die Notwendigkeit eines hohen motorischen Aufwands zur Bedienung als sehr negativ zu

werten. Die Bewertung bezieht sich auf die komfortable und einfache Benutzung der Bedienelemente mit möglichst geringem Aufwand und möglichst geringer Ablenkung von der Primäraufgabe.

Einstufung:

1	<p>Die Größe / Form des Bedienelements gewährleistet eine sichere, einfache bequeme und leichte Bedienung. Die Größe des Bedienelements und der Kontaktfläche sind größer als die geforderte Normgröße.</p> <p>Bedienelement - Größendefinition</p> <p>Druckschalter und Drucktasten Größer als die Normgröße: 12mm</p> <p>Tastaturen Größer als die Normgröße: 19mm</p> <p>Drehknöpfe Größer als die Normgröße Ø: 19mm Tiefe: 20mm</p> <p>Drehknebel Größer als die Normgröße: Breite: 25mm Höhe: 50mm Länge: 50mm</p>
2	<p>Die Größe / Form des Bedienelements gewährleistet eine sichere Bedienung. Die Größe des Bedienelements und der Kontaktfläche entsprechen der geforderten Normgröße.</p> <p>Bedienelement - Größendefinition</p> <p>Druckschalter und Drucktasten Entspricht der Normgröße: 12mm</p> <p>Tastaturen Entspricht der Normgröße: 19mm</p> <p>Drehknöpfe Entspricht der Normgröße Durchmesser: 19mm Tiefe: 20mm</p> <p>Drehknebel Entspricht der Normgröße Breite: 25mm Höhe: 50mm Länge: 50mm</p>
3	<p>Die Größe / Form des Bedienelements gewährleistet eine fehlerfreie Bedienung. Die Größe des Bedienelements und der Kontaktfläche entsprechen der geforderten Mindestgröße von Bedienelementen.</p> <p>Bedienelement - Größendefinition</p> <p>Druckschalter und Drucktasten Liegt zwischen Norm- und Mindestgröße: 12mm - 7mm</p>

	<p>Tastaturen Liegt zwischen Norm- und Mindestgröße: 19mm - 14mm</p> <p>Drehknöpfe Liegt zwischen Norm- und Mindestgröße Durchmesser: 19mm - 10mm Tiefe: 20mm - 12mm</p> <p>Drehknebel Liegt zwischen Norm- und Mindestgröße Breite: 25mm - 10mm Höhe: 50mm -12mm Länge: 50-25mm</p>
4	<p>Die fehlerfreie Bedienung der Bedienelemente ist aufgrund der Größe / Form nicht mehr gewährleistet. Die Größe des Bedienelements und der Kontaktfläche sind kleiner als die geforderten Mindestgröße von Bedienelementen.</p> <p>Bedienelement - Größendefinition</p> <p>Druckschalter und Drucktasten Kleiner als die Mindestgröße: 7mm</p> <p>Tastaturen Kleiner als die Mindestgröße: 14mm</p> <p>Drehknöpfe Kleiner als die Mindestgröße Durchmesser: 10mm Tiefe: 12mm</p> <p>Drehknebel Kleiner als die Mindestgröße Breite: 10mm Höhe: 12mm Länge: 25mm</p>
5	<p>Die Bedienelemente sind aufgrund der Form / Größe nicht mehr einwandfrei bedienbar. Der motorische Aufwand für eine Bedienung lenkt zu stark von der Primäraufgabe (Führen des Fahrzeugs) ab.</p> <p>Bedienelement - Größendefinition</p> <p>Druckschalter und Drucktasten Viel kleiner als die Mindestgröße: 7mm</p> <p>Tastaturen Viel kleiner als die Mindestgröße: 14mm</p> <p>Drehknöpfe Viel kleiner als die Mindestgröße Durchmesser: 10mm Tiefe: 12mm</p> <p>Drehknebel Viel kleiner als die Mindestgröße Breite: 10mm Höhe: 12mm Länge: 25mm</p>

Kriterien zur Bewertung der Menüstruktur

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ist die Menüstruktur selbstbeschreibend?

Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt aufgrund der inneren Logik bzw. durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird.

Hier muss man auch landesspezifische Eigenheiten beachten, z.B. Adressen. In Deutschland zuerst der Straßename, dann die Hausnummer, in USA zuerst die Nummer, dann der Straßename.

Klares Modell (5W) bedeutet, ich weiß:

Wo bin ich? Was kann ich hier tun? Wie kam ich hierher? Wohin kann ich noch gehen? Wie komme ich dorthin?

Anmerkung: Laut folgender Definition ist Schrift (Erläuterung) suboptimal und muss mit der Note 2 bewertet werden. Im Moment gibt es jedoch bei vielen Systemen keine bessere Realisierung (=> keine Note 1). Für die Zukunft soll man jedoch weitere Verbesserungen nicht ausschließen und so muss man sich mit der Note 2 für (im Moment) optimal gelöste Systeme zufrieden geben.

Einstufung:

1	Der Bediener hat ein klares Modell der Struktur im Gedächtnis. Jeder Dialogschritt ist unmittelbar und ohne Erläuterung verständlich. Die 5W sind ohne Erläuterungen beantwortbar.
2	Es existiert ein klares Modell, jedoch sind Erläuterungen notwendig, um es dem Benutzer verständlich zu machen (Erläuterungen nicht als redundante Information). Diese sind konsistent angeboten, an die allgemein üblichen Kenntnisse angepasst und situationsabhängig. Die 5W sind mit den Erläuterungen beantwortbar. <i>Beispiel:</i> Ein Dialogsystem gibt dem Benutzer Informationen über die erwartete Eingabe (z.B.: Datum: TTMMJJJJ).
3	Es existiert ein klares Modell, jedoch sind Erläuterungen notwendig, um es dem Benutzer verständlich zu machen. Die Erläuterungen sind nicht konsistent angeboten oder unzureichend. Die 5W sind auch mit Erläuterungen nicht beantwortbar, jedoch erreicht der Benutzer nach kurzen Versuchen das Gewünschte.
4	Ein klares Modell existiert nicht. Die Erläuterungen sind konsistent angeboten, an die allgemein üblichen Kenntnisse angepasst und situationsabhängig. Ein Erlernen der Struktur wird durch das fehlende Modell erschwert. <i>Beispiel:</i> Trotz verstandener Erläuterung werden Sie bei einem Bediensschritt überrascht.

5	Die Dialogschritte folgen keinem klaren Modell. Die Erläuterungen sind nicht konsistent angeboten oder unzureichend. Andere, externe Informationsquellen (Bedienungsanleitungen) sind erforderlich.
---	---

Konsistenz

Sind Dialogverhalten und Informationsgestaltung innerhalb eines Dialogsystems einheitlich?

Zustandsmeldungen sollen stets auf dieselbe Art bzw. an derselben Stelle ausgegeben werden.

Abweichungen vom Kriterium der Konsistenz

Eine Abweichung vom Kriterium der Konsistenz darf nur in gewollten, begründeten Ausnahmefällen akzeptiert werden, um auf besondere Situationen hinzuweisen! (*Beispiel*: Die Ölstandswarmmeldung darf nicht so ohne weiteres „weggedrückt“ werden und kann deshalb als Ausnahme inkonsistent in der Informationsgestaltung sein).

Einstufung:

1	Die Menüstruktur ist im gesamten Bedienkonzept absolut konsistent. Das Dialogverhalten und die Informationsgestaltung sind einheitlich. <i>Beispiel</i> : Weiter-Button hat immer die gleiche Form / Farbe, an der gleichen Position. Warnungen haben immer das gleiche Icon.
2	Das Dialogverhalten / Menüstruktur ist im Bedienkonzept gleich, jedoch unterschiedliche Aufbereitung der Informationsgestaltung / Zustandsmeldungen <i>Beispiel</i> : Buchstabeneingaben können teilweise vorbereitet werden (Auswahl der eingebbaren Buchstaben je nach Verfügbarkeit von Straßennamen), jedoch muss jeder Buchstabe konsistent eingegeben werden, auch wenn nur ein Buchstabe in Frage kommt.
3	Die Menüstruktur ist im Einzelsystem absolut konsistent. Das Dialogverhalten und die Informationsgestaltung sind einheitlich. <i>Beispiel</i> : Die Beendigung des Dialogs erfolgt im Audio-System mit ESC, jedoch im NAV-System mit STOPP.
4	Das Dialogverhalten / Menüstruktur ist im Einzelsystem gleich, jedoch unterschiedliche Aufbereitung der Informationsgestaltung / Zustandsmeldungen.
5	Dialogverhalten und Informationsgestaltung sind auch in den Einzelsystemen unterschiedlich.

Logische Struktur des Menüs

Ist die Menüstruktur nach der Logik des Benutzers gegliedert?

Beispiele:

- Die Lautstärkeregelung für die Sprachausgabe darf nicht im Menü Lautstärkeregelung für das Radio sein, obwohl die Ausgabe über denselben Verstärker und dieselben Lautsprecher erfolgt.
- Speichern, Löschen und Ändern einer Einstellung sollen im gleichen Menüweig auf gleicher Ebene liegen.

Die Menüstruktur muss einer klaren Hierarchie folgen:

Umfassende Ebenen stehen höher als konkretere Ebenen!

Sind die virtuellen Tasten (VT) auf dem Screen logisch gegliedert und wohlunterscheidbar?

Einstufung:

1	Die gewünschte Funktion wird in der Struktur des Menüs zielstrebig gefunden. Die Items sind den Menüpunkten logisch zugeordnet. Maximal 5 Ebenen und 7 Menüpunkten / Items (inklusive Steuerungs- "Item" (Zurück-Button)) <i>Beispiel:</i> Die Grundfunktionen stehen in den Menüs an vorderer, hervorgehobener Stelle und sind schnellstmöglich erreichbar. Bei Einsatz eines Drehdrückers ist die wichtigste Funktion zuerst markiert und kann mit einem Druck aktiviert werden.
2	Schlechte Ausnutzung der Menüoptionen. Es sind überflüssige Schritte zum Erreichen der gewünschten Funktion notwendig. <i>Beispiel:</i> Speichern / Laden in verschachtelten, leeren Verzeichnissen, die durchsprungen werden müssen.
3	Mischung von Baum-Struktur und sukzessiv zu durchlaufenden Screens. Die Hierarchie ist nicht klar gegliedert. <i>Beispiel:</i> Nach der Auswahl Radio-Lautstärke erscheint ein Auswahlmenü um die Lautstärke von NAV, Radio, Telefon oder Sprachausgabe zu ändern.
4	Trennung von logisch zusammengehörigen Funktionen auf verschiedene Screens. Die Zuordnung der Untermenüs / Items folgt einer ungewohnten Logik. Sonderfunktionen sind mit Grundfunktionen vermischt oder stehen im Vordergrund. <i>Beispiel:</i> Speichern der Nummer eines entgangenen Anrufs, sowie Rückruf auf einem Screen, Löschen dieser Liste jedoch an anderer Stelle.
5	Auffindbarkeit von Funktionen logisch nicht nachvollziehbar. Anzahl der Elemente ist größer als 5 Ebenen mit 7 Menüpunkten / Items. <i>Beispiel:</i> Die Lautstärkeregelung der Sprachausgabe befindet sich im Radiomenü. Die Speicheroperationen sind für alle Systeme als übergeordneter Menüpunkt im Hauptmenü zusammengefasst.

Unterbrechbarkeit (Rücksprünge)

Steht der Bediener bei Eingaben unter Zeitdruck?
Gehen bei Rücksprüngen Daten / Informationen verloren?

Beispiel:

Der Bediener gibt bei der Zieleingabe am Navigationssystem den Namen, den Ort und die Straße des Ziels ein. Nun stellt er fest, dass er den falschen Ort eingegeben hat. Die Änderung des Ortes muss ohne Datenverlust der übrigen Eingaben möglich sein.

Einstufung:

1	Zur Bedienung ist nur eine Betätigung erforderlich. Der Dialog ist zu jedem Zeitpunkt unterbrechbar.
2	Die Bedienhandlung ist zu jeder Zeit unterbrechbar. Leichter Wiedereinstieg an der unvollendeten Bedienaufgabe. Ist die Aktion bereits vollendet, folgt der Sprung ins Hauptmenü. <i>Beispiel:</i> Der Bediener befindet sich gerade bei einer Adresseingabe. Diese Aufgabe muss er unterbrechen. Nach der Unterbrechung kann er durch die NAV Taste an die unvollendete Stelle springen (ohne Datenverlust).
3	Die Bedienung erfordert mehrere Aktionen in geordneter Reihenfolge, unterbrechbar und an der letzten Stelle wieder fortsetzbar.
4	Mehrere Aktionen in geordneter Reihenfolge; unterbrechbar mit Wiederaufnahme an logischen Nahtstellen (mit Datenverlust)
5	Mehrere Aktionen in geordneter Reihenfolge. Nicht unterbrechbar, oder zeitkritische Rücksetzung mit Datenverlust.

Rückmeldung

Eingabeaufforderungen: Das System zeigt an, dass es auf eine Eingabe wartet.

Eine Rückmeldung stellt eine Antwort auf Eingaben des Benutzers dar.

Beispiele:

- Sofortige Rückmeldung auf dem Bildschirm, Tonsignal, Schalterstellung, gewünschte merkbare Aktion des Systems
- Die sichtbare Veränderung von grafischen Daten nach einem Kommando
- Anzeige eines Hilfefensters, nachdem der Benutzer die Hilfetaste gedrückt hat
- Meldung / Signal, dass ein Kommando empfangen wurde und in Bearbeitung ist
- Bewegung des Positionsanzeigers bei Trackballbewegungen

Offensichtliche Rückmeldung beinhaltet die ergonomischen Kriterien wie Lesbarkeit und Farbauswahl. Es sollten daher nur wenig Farben ausgewählt werden (<5), die auch bei verschiedenen Lichtverhältnissen einfach zu unterscheiden sind. Rot-Grün und Blau-Gelb Kombinationen sollten vermieden werden. Die Farbgestaltung sollte den Fahrer bei der Bedienung unterstützen.

Einstufung:

1	Sofortige, unmittelbare, offensichtliche Rückmeldung .
2	Rückmeldung offensichtlich, jedoch zeitverzögert (nicht unmittelbar).
3	Sofortige, unmittelbare , nicht offensichtliche Rückmeldung.
4	Rückmeldung ist zeitverzögert und nicht offensichtlich. Zeitverzögert bedeutet $0,5s < t < 5s$.
5	Keine Rückmeldung – der Bediener weiß nicht, ob auf seine Handlung reagiert wird. Bei einer Zeitverzögerung von $t > 5s$ kann man bereits von fehlender Rückmeldung sprechen.

Fehlertoleranz

Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingabe entweder mit keinem oder minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.

Fehlermeldungen enthalten Informationen über das Auftreten des Fehlers, die Art des Fehlers und mögliche Methoden der Korrektur.

Beispiel: Das Dialogsystem prüft die Eingabe auf Ziffern, falls nur Ziffern erlaubt sind und zeigt den Fehler spezifisch an.

Einstufung:

1	Falsche Eingaben nicht möglich. Autokorrektur wird angezeigt und erläutert. Zum Beispiel ist die Eingabe eines Datums nur nach dem Schema „TTMMJJJJ“ möglich; es müssen somit 8 Ziffern eingegeben werden, damit die Menüführung weiter fortgesetzt werden kann.
2	Falsche Eingaben werden sofort durch sinnvolle Fehlermeldungen markiert. Korrekturmöglichkeiten werden angeboten. Auch unsinnige Eingaben (falscher Wertebereich oder sinnlose Buchstaben) werden als falsch markiert.
3	Falsche Eingaben werden zwar angezeigt, lassen den Bediener aber im Unklaren, wie er die richtige Eingabe machen kann. Unzureichende Fehlermeldungen.
4	Falsche Eingaben werden nicht angezeigt und führen zu unerwünschten Ergebnissen.
5	Datenverlust bei falschen Eingaben. Falsche Eingaben blockieren den Dialog ohne Meldung.

Kriterien zur Bewertung der Bedienelemente

Selbsterklärungsfähigkeit

Sind aus der Form, dem Symbol oder der Anordnung des Bedienelements die Art und der Umfang der Bedienung ohne Erklärung erkennbar?

Die Einschätzung bezieht sich sowohl auf reale wie auch auf virtuelle Bedienelemente.

Einstufung:

1	Die Betätigung ist allein aus der Form und der Anordnung des Bedienelements leicht ersichtlich (theoretische Blindbedienung ist möglich).
2	Die Betätigung ist aus dem Symbol / Beschriftung und der Anordnung des Bedienelements leicht ersichtlich. <i>Beispiel:</i> Softkeys in Verbindung mit ortskodiert angeordneten virtuellen Tasten sind selbsterklärender als virtuelle Tasten, die mit Drehdrücker angesteuert werden.
3	Die Betätigung ist nur aus dem Symbol / Beschriftung ersichtlich.
4	Die Betätigung ist aus Symbol / Beschriftung / Form / Anordnung schwer ersichtlich.
5	Die Betätigung ist weder aus Symbol / Beschriftung / Form / Anordnung des Bedienelements ersichtlich.

Konsistenz

Stimmt die Auswahl und Betätigung der Funktion mit der Auswahl und Betätigung anderer Funktionen überein? Werden ähnliche Funktionen auf dieselbe Art betätigt? Beispiel sind etwa die Auswahl aus einem Menü, die stets auf die gleiche Art erfolgt, die Verwendung bestimmter Funktionstasten, die immer die gleiche Wirkung haben.

Einstufung:

1	Die Auswahl / Betätigung ist absolut konsistent mit ähnlichen und gleichen Bedienschritten. Beispiel: Die Veränderung von Lautstärke und Klang erfolgt nach demselben Prinzip. Zusätzlich sind bei MFB die virtuellen Tasten räumlich konsistent angeordnet.
2	Einstufung wie bei 1, jedoch sind die virtuellen Tasten nicht konsistent angeordnet.
3	Innerhalb eines größeren Systems (vor allem MFB) sind mehrere Strukturen realisiert, die für logisch zusammengehörige Einheiten gleich sind. Z.B. NAV- System und Flottenmanagement folgen einer Bedienstruktur, Telefon einer anderen. Die verschiedenen Bedienstrukturen sind aber für den Benutzer klar abgetrennt und durchschaubar.

4	Die Bedienstrukturen sind ähnlich aber nicht identisch. <i>Beispiel:</i> Abspeichern von Telefonnummern erfordert erst die Eingabe der Nummer und dann des Namens, während das Abspeichern eines Ziels erst den Namen und dann die Zielnummer erfordert. Dies führt zur Verwirrung des Benutzers.
5	Die Bedienung jedes Systems folgt einer Struktur und Reihenfolge. Die Anordnung der virtuellen Tasten ist beliebig.

Grafische Beispiele

Zur Verdeutlichung der Einstufungen der Bewertungskriterien wird in NICE2 eine Reihe von grafischen Beispielen angeboten. Diese Bilder und skizzenhaften Darstellungen sollen den funktionellen Zusammenhang zwischen den Bedienelementen mit der dazugehörigen Systemfunktion herausstellen.

In Abbildung 56 sieht man ein grafisches Beispiel für die Erläuterung des Bewertungskriteriums Konsistenz der Bedienelemente. Sowohl zur Veränderung der Lautstärke des Radios, als auch zur Veränderung der Lautstärke der Sprachausgabe werden die gleichen Bedienelemente genutzt. Hierbei wird auch auf die gleiche und damit konsistente Positionierung von virtuellen Tasten auf dem MFB geachtet.

Ebenso wie für Konsistenz, wurden auch für die anderen Einstufungen von Bewertungskriterien grafische Beispiele erstellt und in der NICE2 – Hilfe angeboten, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit aber nicht mehr wiedergegeben werden.

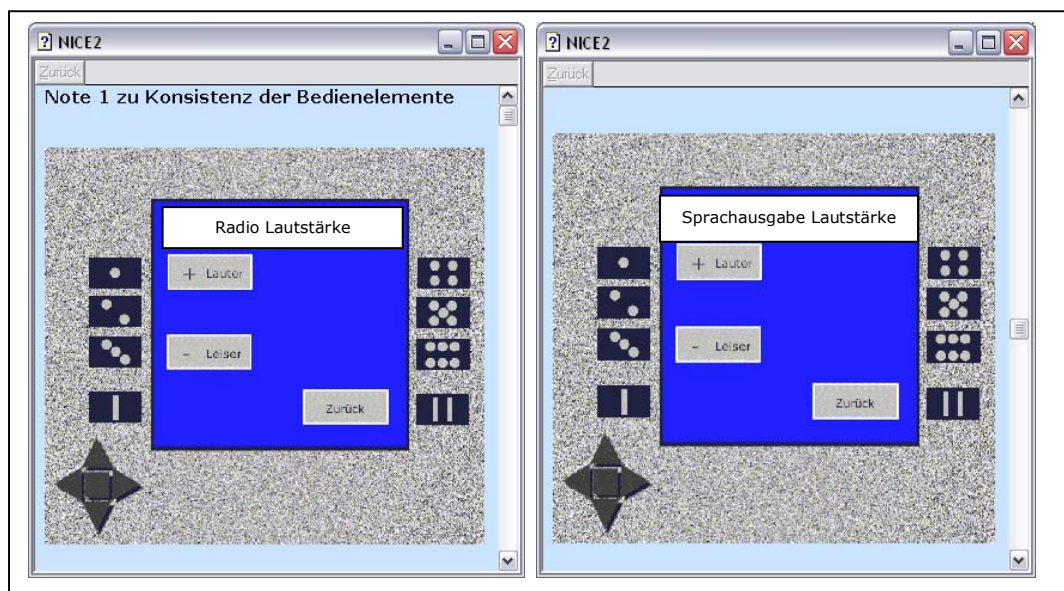


Abbildung 56: Grafische Darstellung der Beispiele

Bildung logischer Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit

Sind die Bedienfunktionen in einer logisch zusammengehörigen Gruppe klar gegliedert angeordnet? Sind benachbarte, nicht zur selben Gruppe gehörende Bedienelemente klar abgegrenzt oder verschieden gestaltet?

Ist die Übersichtlichkeit durch die begrenzte Anzahl von Elementen gewährleistet?

Die Einstufung bezieht sich auf reale und virtuelle Elemente.

Einstufung:

1	Zusammengehörige Funktionen bilden eine räumliche und haptische Einheit. Unterschiedliche aber benachbarte Funktionen sind durch unterschiedliche Bedienelemente realisiert. Übersichtlichkeit ist durch geringe Anzahl von Elementen gewährleistet.
2	Logisch zusammengehörende Funktionen sind zwar nicht zu Gruppen zusammengefasst und damit räumlich codiert. Unterschiedliche Funktionen sind aber haptisch unterschiedlich gestaltet. Beispiele: Drehknopf neben Taster oder Wippe.
3	Die Bedienelemente sind räumlich gruppiert, haben aber das selbe Aussehen, sind also nicht haptisch codiert. Die Anzahl der Elemente bewegt sich im noch im akzeptablen Rahmen.
4	Geringe räumliche Zusammenfassung von zusammengehörigen Elementen. Die Gestalt der Bedienelemente ist gleich. Die Auffindbarkeit ist dadurch erschwert.
5	Keinerlei Gruppenbildung. Zusätzlich haben die übrigen Bedienelemente im Umkreis des eingestuftes dieselbe Form. Große Anzahl von Bedienelementen macht das Auffinden schwierig.

Kompatibilität

Stimmt die Betätigungsrichtung mit der beabsichtigten Wirkung überein?

Beispiel: Schieberegler nach oben bedeutet 'mehr', Luftverteilung nach oben, etc.

Einstufung:

1	Richtung der Betätigung und Wirkung sind voll kompatibel. Die Wirkung einer Betätigung ist eindeutig. <i>Beispiele:</i> Schieberegler nach oben = Zunahme Drücken einer Taste = „Ein“ Stockschalter nach oben = „Ein“ oder Zunahme Drehregler nach rechts = mehr
---	--

2	Richtung der Betätigung und Wirkung sind nicht völlig kompatibel. <i>Beispiel:</i> Drehregler in einem vertikalen Pegel, im Uhrzeigersinn bedeutet abwärts. Gegen den Uhrzeigersinn bedeutet aufwärts.
3	Betätigungsrichtung und beabsichtigte Wirkung stehen in einem 'neutralen' Zusammenhang. Beispielsweise wird die 'Mehr-Weniger-Funktion' durch eine horizontale Wippe betätigt.
4	Betätigung und Wirkung stehen in einem für den Benutzer unklaren Zusammenhang. Die Wirkung einer Betätigung ist nicht mehr eindeutig.
5	Betätigungsrichtung und Wirkung stehen in einem unsinnigen, gegenläufigen Zusammenhang. <i>Beispiel:</i> Um eine Funktion zu aktivieren, muss eine Taste gelöst werden.

Geschwindigkeit der Bedienung

Hier ist einzuschätzen, wie lange der Bedienvorgang für eine Funktion (z.B. Änderung der Temperatur, Wahlvorgang beim Telefonieren) dauert.

Da die einzelnen Funktionen per se verschieden lange Betätigungszeiten erfordern (z.B. Umschaltung von Umluft auf Außenluft bei einer Klimaanlage vs. Programmierung eines Ziels bei einem Navigationssystem) sind keine absoluten Zahlenangaben sinnvoll.

Die Bewertung muss daher in Relation zu anderen Auslegungen und zum theoretischen Optimum erfolgen.

Bei MFB ist als Ausgangspunkt immer ein anderes Untermenü zu wählen. Systembedingte Wartezeiten werden nur gerechnet, solange der Bedienakt noch nicht abgeschlossen ist.

Beispiel 1 - Navigationssystem: Die Wartezeiten, die bei der Eingabe einer Stadt durch die Auswahl aus der Liste möglicher Städte entstehen, werden bei der Dauer der Bedienung mitgerechnet. Ein System, das aufgrund der Rechenleistung zu keinen Wartezeiten für den Benutzer führt, ist einem anderen mit langen Wartezeiten überlegen.

Aber: Die Zeit nach Abschluss der Zieleingabe bis zum Beginn des eigentlichen Navigations- Vorgangs wird nicht gerechnet, da der Bedienvorgang abgeschlossen ist.

Beispiel 2 - Heizung: Besteht die Betätigung der Heizung aus mehreren Schritten, so ist die Dauer inklusive möglicher Wartezeiten zu rechnen. Die Zeit, die bis zum Erreichen der gewünschten Tempera-

tur verstreicht, geht nicht in die Bewertung mir ein, da sie mit der Funktionsbedienung nichts zu tun hat.

Einstufung:

1	sehr kurz
2	...
3	...
4	...
5	sehr lang

Gewichtungsfaktoren

Häufigkeit der Bedienung

Die Gewichtung mit der Häufigkeit der Bedienung berücksichtigt die potentiellen Auswirkungen guter bzw. schlechter Gestaltung auf die Verkehrssicherheit.

Kann ein Bedienelement beispielsweise nur in ungünstiger Position platziert werden, so ist dies weniger problematisch, wenn es sich um eine selten genutzte Funktion handelt. Gleiches gilt für den Aufbau von Menüstrukturen in einem Multifunktions-Bedienelement. Selten benutzte Menü-Unterpunkte, deren Bedienung lange dauert, werden sich weniger gravierend auf das Gesamtergebnis der Bewertung auswirken.

Einstufung:

1	Sehr selten benutzt; seltener als einmal pro Monat. <i>Beispiel:</i> Programmieren der Stationstasten.
2	Einmal bei einer durchschnittlich langen Fahrt. <i>Beispiele:</i> Einschalten von Radio, Navigationssystem, Klimaautomatik.
3	4-5-mal pro Fahrt. <i>Beispiele:</i> Senderwechsel, Heizungsregulierung bei Fahrzeugen ohne Klimaautomatik, Änderung der Lautstärke.
4	20-30-mal während einer durchschnittlich langen Fahrt. <i>Beispiele:</i> Auf/Abblenden bei Nachtfahrten, Änderung der Lautstärke.
5	Sehr häufig benutzt. <i>Beispiel:</i> Blinker.

Konsequenz von Fehlern

Die Bewertung der Konsequenz von Fehlern ist unabhängig von der übrigen Gestaltung zu sehen und bezieht sich ausschließlich auf die Funktion. So ist etwa die Konsequenz einer fehlerhaften Bedienung der Radio-Lautstärke gering, während die Fehlbetätigung des Warnblinkschalters anstelle der Zentralverriegelung drastische Konsequenzen haben kann.

Einstufung:

1	Die Konsequenz einer Fehlbedienung ist gering. Sie ist leicht korrigierbar durch die Betätigung einer einzelnen anderen Taste oder durch einen Schritt zurück bei MFB.
2	Konsequenzen der Fehlbedienung gering. Zur richtigen Bedienung ist das nochmalige Ausführen einer kurzen Bediensequenz erforderlich.
3	Die Fehlbedienung betrifft Systeme mit mittlerer Sicherheitsrelevanz. <i>Beispiel:</i> Betätigung des Heckwischers anstelle des Scheibenwischers. Dies kann beim Überholen mit Gischt gefährlich werden.
4	Zur Behebung der Fehlbedienung muss eine längere Bediensequenz komplett neu ausgeführt werden.
5	Konsequenz einer Fehlbedienung betrifft Leib oder Leben der Insassen. <i>Beispiele:</i> Panikschalter, Airbag on/off bei Verwendung von Kindersitzen am Vordersitz.

5.6. Evaluation von NICE2

Ebenso wie neue Bedienkonzepte und Mensch-Maschine-Schnittstellen müssen sich auch die hierfür entwickelten Bewertungs- und Diagnoseverfahren einem genauen Test unterziehen, der prüft ob sie hierfür auch geeignet und einsetzbar sind. Durch die Beurteilung des NICE2-Prüfverfahrens durch einen Ergonomie-Experten und durch eine Evaluation des Verfahrens mit Nicht-Ergonomen soll herausgefunden werden, in wie weit NICE2 die klassischen Qualitätskriterien für wissenschaftliche Untersuchungen (Objektivität, Reliabilität und Validität) erfüllen [Bortz / Döring 1995] und unter welchen Randbedingungen dies möglich ist.

Beurteilung des NICE2-Prüfverfahrens³⁰

Eine Beta-Version von NICE2 wurde im Vorfeld der Veröffentlichung durch einen unabhängigen Ergonomieexperten aus der Branche der Fahrerassistenzsysteme einer Beurteilung unterzogen [Schirmer, 2000]. Die Erkenntnisse hieraus dienten unter anderem dazu, erforderliche Verbesserungen und Optimierungen vorzunehmen sowie die theoretische Tauglichkeit des Verfahrens zur Bewertung von Bedienkonzepten zu überprüfen.

Die Beurteilung des NICE2-Prüfverfahrens wurde gegliedert in:

- Prinzip des Prüfverfahrens
- Bewertungskriterien
- Gesamtnote
- Dialog des NICE2-Prüfverfahrens
- Logik und Gestaltung der Formulare

Prinzip des Prüfverfahrens

Der offene und flexible Ansatz in NICE2 ermöglicht dem Anwender Systeme, Elemente und Bewertungskriterien zu definieren. Durch das systematische Prinzip der Bewertung nach ergonomischen Gesichtspunkten mit der Möglichkeit zur Schwerpunktlegung (Gewichtung), wird eine "gewisse Vollständigkeit erzielt; ein Übersehen einzelner Prüfschritte ist schwer möglich" [Schirmer 2000, Seite 1].

Überarbeitung der Kriterien und Unterteilung in 3 Kriteriensätze

Hiermit wurde der Forderung Rechnung getragen, dass nicht nur Bedienelemente, sondern auch die Dialogstrukturen der Systeme berücksichtigt werden sollen. Die Aufteilung der Bewertungen in

- Bewertung der "isolierten" Bedienelemente (Primärbewertung)
- Bewertung der Menüstruktur der Funktionen
- Bewertung der Bedienelemente der Funktionen

³⁰ NICE2 basiert auf NICE1. Die in der Beurteilung von NICE1 gewonnenen Ergebnisse [Mutschler, 1998] haben somit auch grundsätzliche Gültigkeit für NICE2. In diesem Abschnitt werden in erster Linie die Beurteilung der Weiterentwicklungen und Verbesserungen zu NICE2 aufgeführt.

wird als sinnvoll bezeichnet. Damit "kann jetzt ein komplettes Multifunktionssystem bewertet werden" [Schirmer 2000, Seite 1]. Dadurch ist allerdings auch "der Aufwand mit Gewichtung und Bewertung entsprechend gewachsen. Das Verfahren hat an Übersichtlichkeit gegenüber der 1. Version [NICE1] eingebüßt, auch wenn über "INFO" der momentane Bewertungsschritt im Kontext betrachtet werden kann" [Schirmer 2000, Seite 1].

Systemelement-Gewichtung

In NICE2 wurden die Zuordnung und der Einfluss der Gewichtungsfaktoren "Konsequenz von Fehlern" und "Häufigkeit der Bedienung" auf die Bewertung des Systems genauer beschrieben. "Mit der Zuordnung dieser Gewichtungsfaktoren zu den Systemelementen in Version 2 wird ein struktureller Mangel von Version 1 beseitigt. Es ist nun klar, was zu gewichten ist" [Schirmer 2000, Seite 2].

Option für schriftliche Bemerkungen zu den Noten

"Die kritischen Aussagen bei der Beurteilung von NICE1 bezüglich des "Notensalats" werden jetzt durch die zahlreichen Möglichkeiten, Bemerkungen hinzuzufügen, abgeschwächt" [Schirmer 2000, Seite 3]. Diese Bemerkungen sind für Diskussionen zur konkreten Verbesserung an einem bewerteten Gerät besonders wichtig, da sie die Verbindung zwischen den Noten und den Bewertungskriterien wieder herstellen.

Einstufungshilfen

"Die Notenwerte werden in Form von Einstufungshilfen definiert. Dies ist grundsätzlich sehr positiv, da es die Einstufung erheblich erleichtert und zu einer gewissen Normierung führt. Die Einstufungshilfen wurden gegenüber NICE1 verbessert und insbesondere mit einigen bildlichen Beispielen versehen. Die Subjektivität der Bewertung wird durch die Definition und Veranschaulichung der Bewertungskriterien eingeschränkt, so dass eine gewisse Reliabilität erwartet werden kann" [Schirmer 2000, Seite 4].

Als damit zusammenhängender Nachteil wurde angemerkt, dass die Einstufungshilfen aber auch, v.a. bei vielschichtigen Kriterien die Bandbreite eines Kriteriums reduziert. Als Beispiel wurde das Kriterium "Logische Struktur des Menüs" aufgeführt. Ein Dialog könne logisch strukturiert sein, ohne dass eine Funktion zielstrebig gefunden würde und ohne dass der Menübaum begrenzt wäre [Schirmer 2000].

Erwiderung: In der Bewertung würde die logische Struktur des Menüs positiv eingestuft werden. Das nicht zielstrebige Auffinden der Funktion würde eine negative Bewertung beim Kriterium "Selbstbeschreibungsfähigkeit" verursachen. Die Anordnung einer wichtigen Funkti-

on, die während der Fahrt bedient werden muss und somit einen Einfluss auf die Verkehrssicherheit haben kann, in den weit entfernten Spitzen eines Menübaums, widerspricht dem Verständnis einer vernünftigen logischen Struktur. Eine derartige Anordnung bekommt somit, nach Definition der Einstufungshilfen, zurecht eine negative Bewertung.

Eine weitere Schwierigkeit sieht Schirmer in der Kombination mehrerer Faktoren bei den Definitionen und Einstufungshilfen. "Z.B. ist beim Kriterium "Bildung logischer Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit" die optische als auch die haptische sowie die interne als auch externe Gliederung zusammengefasst. Dadurch ergeben sich bei der Einstufung Probleme, wenn die Faktoren unterschiedlich ausgeprägt sind" [Schirmer 2000, Seite 4].

Erwiderung: Im Falle von unterschiedlich ausgeprägten Faktoren wird die schwächere Note ausgewählt, welche damit eine verbesserungswürdige Schwachstelle markiert. Zusätzlich kann in der Bewertung eine Bemerkung zu dieser Einstufung gemacht und abgespeichert werden, um diesen Sachverhalt in weiterführenden Diskussionen und Arbeiten präsent zu halten.

Bewertungskriterien

Ein Schwerpunkt bei den weiterentwickelnden Arbeiten am Bewertungsverfahren NICE war die Trennung der kognitiven und visumotorischen Aspekte bei der Bewertung, um damit auch komplexere Multifunktionsbedienkonzepte bewerten zu können. Durch die Unterscheidung in die Primärbewertung der Bedienelemente und die beiden Modi Menüstruktur und Bedienelemente wird dies deutlich herausgestellt und ermöglicht.

Gegenüber NICE1 wurden zusätzliche Bewertungskriterien implementiert. In der Beurteilung des Verfahrens wurde diesbezüglich angemerkt: "Das Prüfverfahren enthält hinreichende globale Prüfkriterien zur Bewertung von Bedienelementen und Menüstrukturen [...] Mit den Kriteriensätzen sind die Bewertungsdimensionen recht vollständig umrissen, auch wegen des übergeordneten Maßes Geschwindigkeit der Bedienung" [Schirmer 2000, Seite 5].

Des Weiteren wird beurteilt, dass die überwiegend expliziten Kriterien Fachbegriffe aus dem Bereich Ergonomie darstellen, die ohne Probleme von einem Ergonomie-Spezialisten beantwortet werden können, während ein Nicht-Ergonome hingegen auf die Einstufungshilfen angewiesen ist.

In der Beurteilung wurde zur Diskussion gestellt, in wie weit die Aufteilung der Bewertungskriterien auf die Struktur aktueller Informationssysteme sinnvoll ist. „Wenige reale Bedienelemente werden mit vielen Kriterien, eine komplexe Dialogstruktur wird mit einigen Krite-

rien und die Informationsausgabe wird mit sehr wenigen Kriterien bewertet“ [Schirmer 2000, Seite 5].

Erwiderung: NICE2 wurde entwickelt, um die Mensch-Maschine-Schnittstelle von IVIS zu bewerten. Anspruch ist natürlich, dass sowohl reale und virtuelle Bedienelemente, komplexe Dialogstrukturen und die Informationsausgabe gleichermaßen bewertet werden. Die aktuellen drei Kriteriensätze, die "die Bewertungsdimensionen recht vollständig umreißen" [Schirmer 2000] werden diesem Anspruch im Moment gerecht. Die zukünftigen Entwicklungen von Fahrerinformationssystemen und deren Mensch-Maschine-Schnittstelle müssen jedoch weiterhin verfolgt werden, da sie natürlich Auswirkungen auf die Evaluationsanforderungen haben werden.

Im Folgenden werden die Bewertungskriterien des Prüfverfahrens eingehend untersucht und analysiert. Sie stammen in ihren Grundzügen aus der ersten Version von NICE und wurden für NICE2 überarbeitet und erweitert. In dieser Arbeit werden in erster Linie Untersuchungsergebnisse diskutiert, die die Struktur und den Inhalt des Bewertungsverfahrens betreffen. Aussagen, wie "Der Begriff 'Wohlunterscheidbarkeit' ist ein ausgesprochener Fachbegriff und mutet etwas antiquiert an" [Schirmer 2000, Seite 6] werden in diesem Rahmen nicht weiter berücksichtigt und kommentiert.

Ein wesentlicher Unterschied zu NICE1 ist die Primärbewertung. Hierfür wurde eigens ein Kriteriumssatz geschaffen, der sich nur auf die Gestalt der Bedienelemente, unabhängig von deren Funktion, bezieht. In der Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens wird dieser Ansatz als positiv angesehen, da "im Gegensatz zu NICE1, eindeutig nur Bedienelemente mit 4 Kriterien bewertet werden" [Schirmer 2000, Seite 5].

Probleme gab es bei der Beurteilung, ob bei einem Touchscreen die Tasten als virtuelle oder als reale Tasten einzustufen sind. Tasten eines Touchscreens werden von einem Nutzer händisch (real) bedient und sind deshalb als reale Tasten zu bewerten. In der Primärbewertung muss für jede unterschiedlich realisierte Touchscreen-Taste eine Bewertung durchgeführt werden.

Nach Aussage von MMI-Experten der Automobilindustrie ist es im Moment allerdings nicht vorstellbar, dass Touchscreenkonzepte in Automobil-Cockpits realisiert werden. Der motorisch-koordinative Aufwand der Bedienung eines Touchscreens in einem bewegten, fahrenden und damit unruhigen Fahrzeug wird als zu hoch eingeschätzt.

In der Beurteilung wird angemerkt, dass bei der Einstufungshilfe *Wohlunterscheidbarkeit* die optische und die haptische Codierung auf einer Skala als Unterscheidbarkeitskriterien zusammengefasst sind.

In der Definition wird eine haptische Codierung der Bedienelemente höher bewertet als eine optische [Schirmer 2000].

Erwiderung: Diese Abstufung ist sinnvoll, da durch geeignete haptische Codierung eine Blindbedienung des Systems ermöglicht wird, was einem optisch begleiteten Bedienvorgang stets vorzuziehen ist, da dieser die visuelle Aufmerksamkeit des Fahrers vom Straßenverkehr ablenkt. Der Ergonomieexperte der Industrie bestätigt dann auch, "mit den Kriterien der haptischen Codierung und der Haptik wird die Möglichkeit der Blindbedienung abgedeckt" [Schirmer 2000, Seite 6].

Das gegenüber NICE1 neu hinzugefügte Bewertungskriterium *Haptik* ist "wegen seiner Bedeutung bei der Fahrzeugführung wichtig" [Schirmer 2000, Seite 7] und vervollständigt damit die Bandbreite der abgedeckten Ergonomie in der Bewertung. In der Definition der Einstufungshilfen dieses Kriteriums werden mehrere Aspekte zusammengefasst: Abgleitsicherheit, Blickzuwendung und Widerstand. Um die Aspekte in einer Skala zusammenfassen zu können, wurden sie in der Einstufungshilfe gewichtet: 1. Blickzuwendung, 2. Abgleitsicherheit, 3. Widerstand. Diese Reihenfolge wurde in der Beurteilung ebenfalls als sinnvoll dargestellt.

Bei einem bisher in Fahrzeugen nicht realisierten Beispiel einer Rollkugel (Trackball) wäre laut Beurteilung die "Dynamik kritisch, die leicht zu Überschießungen und Fehlbedienungen führen kann. Dies wird jedoch von der Einstufungshilfe bei 'Haptik' nicht ausreichend erfasst. Laut Wortlaut müsste sie mit Note 2 eingestuft werden [...], was der Haptik der Rollkugel jedoch nicht entsprechen würde" [Schirmer 2000, Seite 7].

Erwiderung: Die überschießende Dynamik des Bedienelements muss als fehlende Abgleitsicherheit angesehen werden, die wiederum bei der Definition der Haptik berücksichtigt wurde und eine entsprechende schlechte Note vorschlägt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es weitere Realisierungen von Bedienelementen gibt, die in den Einstufungshilfen nicht ausreichend erfasst wurden. In solchen Fällen, wo sich der Bewerter durch die Bandbreite der Einstufungshilfen zu stark eingeschränkt fühlt, kann er sich von den vorgegebenen Definitionen lösen und seine eigenen Noten vergeben. Wichtig ist, dass er dies in einer schriftlichen, hinzufügbaren Bemerkung protokolliert, um diese Einstufung nachvollziehbar zu machen.

In den Einstufungshilfen werden für eine Note häufiger mehrere Bedingungen angeboten (Beispiel: Haptik - Note 5: Die Bedienung ist schwergängig, hakelig oder breiig. Blickzuwendung ist erforderlich, zudem ist die Oberfläche nicht abgleitsicher gestaltet). In der Beurteilung wurde interpretiert, dass die einzelnen Bedingungen mit „und“ zu verknüpfen sind und dann wäre eine Vergabe dieser Note nicht möglich [Schirmer 2000].

Erwiderung: Die Teilsätze in den Einstufungshilfen bieten verschiedenen Bedingungen an, bei welchen eine Bewertung mit der korrespondierenden Note sinnvoll sein kann. Die einzelnen Bedingungen der Skalen sind mit „oder“ zu verknüpfen.

Als positiv wurde auch bewertet, dass sowohl bei den Bedienelementen als auch bei der Menüstruktur die Konsistenz abgefragt und eingeschätzt wird. Diese Forderung nach den "unterschiedlichen Einstufungen ergeben sich aus dem Horizont der Konsistenz, d.h. gesamtes Bedienkonzept - Einzelsystem. Außerdem geht ein, ob nicht nur die Menüstruktur, sondern auch die Informationsdarstellungen konsistent sind." Die angebotene Notenskala wird als "gut handhabbar" [Schirmer 2000, Seite 8] bezeichnet³¹.

„Mit dem Kriterium „*Logische Struktur des Menüs*“ ist ein wichtiges Kriterium in das Verfahren aufgenommen worden. Damit wird eine essentielle, übergreifende Eigenschaft einer Dialogstruktur berücksichtigt" [Schirmer 2000, Seite 9]. Die Definition der Einstufungshilfen wird als "ausreichend genau" eingestuft.

Kritisch wird gesehen, dass die Begrenzung eines Menübaumes für gute Noten auf 5 Ebenen und 7 Menüpunkte gesetzt wurde. Heutige Informationssysteme haben häufig mehr als 35 Funktionen. "Das Prüfverfahren sollte auch testen, wie eine Bedienoberfläche einen mächtigen Funktionsumfang bewältigt" [Schirmer 2000, Seite 9].

Erwiderung: Das übergeordnete Ziel der Bewertung, die Erhöhung der Verkehrssicherheit wird nicht erreicht werden, wenn dem Fahrer während der Fahrt eine mental unüberschaubare Anzahl an Funktionen angeboten wird. Es gilt, während der Fahrt überflüssige Funktionen zu filtern und aus dem Angebot, aus dem Menü zu nehmen. Ein umfangreiches System mit mehr als 35 Funktionen, das diese Filteroption leistet, kann dadurch auch in diesem Kriterium gut abschneiden.

Für das Kriterium der Rückmeldung wurde in NICE2 eine zusätzliche, kurze übergeordnete Beschreibung eingeführt. Zusammen mit den überarbeiteten Einstufungshilfen entstand hierdurch "im Gegensatz zu NICE1 [...] eine stetige Skala" [Schirmer 2000, Seite 10]. In den Einstufungshilfen werden weiterhin Aspekte der Zeit und der Informati-

³¹ Auch wenn NICE den Anspruch hat, leicht und zeitökonomisch anwendbar zu sein, so muss im Zusammenhang mit dem Bewertungskriterium *Konsistenz* erwähnt werden, dass nur ein Bewerter, der sich mit dem gesamten Konzept auseinandergesetzt hat und es kennt, es auch in seiner Konsistenz bewerten kann. Für eine Bewertung mit dem Prüfverfahren NICE, mit den immer komplexer und umfangreicher werdenden Bedienkonzepten in Fahrzeugen kann das Einarbeiten in ein System und dessen Verständnis einen Großteil der Bewertungszeit in Anspruch nehmen.

onsdarstellung gleichzeitig berücksichtigt. In der Beurteilung wird gefordert: "Ein getrenntes Kriterium für die Informationsdarstellung wäre richtig" [Schirmer 2000, Seite 8].

Erwiderung: Natürlich könnte allein für die Bewertung der Informationsdarstellung ein eigenes Kapitel aufgeschlagen werden. Weitere Kriterien gefährden jedoch die Kompaktheit des Tools. NICE vereinigt in einigen Kriterien mehrere zusammenpassende und vereinbare Dimensionen, um so die Forderung nach allen wesentlichen Bewertungskriterien für die sichere Betätigung von Bedienelementen im Kfz und die Forderung nach einem kompakten und handhabbaren Tool zu erfüllen. Für die Verkehrssicherheit ist eine unmittelbare, sofortige und offensichtliche Rückmeldung erforderlich. Werden diese drei Dimensionen nicht erfüllt, so wird dies in die Bewertung in Form einer schlechteren Note und einer schriftlichen Bemerkung eingebracht. In folgenden Arbeiten kann dann u.U. die Informationsdarstellung als Schwachpunkt und Ursache für die schlechte Rückmeldung ermittelt und verbessert werden.

In den Einstufungshilfen wurde die offensichtliche Rückmeldung bewusst höher eingestuft als die sofortige. Eine unklare, nicht offensichtliche Rückmeldung bindet den User mental länger an den Bedienvorgang als eine leicht zeitverzögerte, aber dafür klare und offensichtliche Rückmeldung.

Bei der Überarbeitung der Kriteriensätze im Zuge der Weiterentwicklung des Beurteilungsverfahrens wurde die *Fehlertoleranz* neu in den NICE2-Kriteriensatz aufgenommen. Das wird in der Beurteilung als "selbsterklärend und in der Hilfe ausreichend beschrieben" bewertet. Ebenso positiv wird die Umformulierung des Kriteriums der *Unterbrechbarkeit* eingestuft, da es nun "auch eindeutig für die Unterbrechung einer Bedienhandlung mit späterer Wiederaufnahme gilt" [Schirmer 2000, Seite 9].

Für die Einstufungshilfe der *Selbsterklärungsfähigkeit* eines Bedienelementes wurden drei Aspekte in einer Notenskala vereint. Symbol / Beschriftung, Position und Form. Theoretisch wären auch hier acht Ausprägungsgrade möglich. Von Schirmer wird bestätigt, dass dennoch "die Skalenwerte als stetige Rangreihe verstanden werden, da Form und Position im Zusammenhang genannt werden. Ein Bedienelement, das sich allein aus der Form und Position erklärt, ist höher einzustufen als eines, bei dem (auch) das Ablesen von Symbolen bzw. Beschriftung notwendig ist" [Schirmer 2000, Seite 10].

Das Kriterium der *Konsistenz* bekommt im Bewertungsverfahren NICE2 ein besonderes Gewicht, da es sowohl für die Menüstruktur, als auch für die Bedienelemente einen Satz an Einstufungshilfen bereit hält. "Die Definition und die Einstufungshilfen sind gut verständlich und mit sprachlichen und bildlichen Beispielen hervorragend ver-

anschaulicht" [Schirmer 2000, Seite 10]. An dieser Stelle noch einmal der Hinweis, dass es bei der Beurteilung der Konsistenz unabdingbar ist, den Überblick über das Gesamtsystem zu haben, d.h. "für dieses Kriterium ist es nicht möglich, sich nur in einzelne Systeme bzw. Systemelemente einzuarbeiten" [Schirmer 2000, Seite 11].

Das Kriterium "*Bildung logischer Einheiten / Wohlunterscheidbarkeit*" basiert auf dem Kriterium *Wohlunterscheidbarkeit* aus der Primärbewertung. Im Kriteriensatz für die Phasenbewertung der Bedienelemente wurde es auch auf virtuelle Bedienelemente erweitert. In der Anwendung wird es „intuitiv verstanden, wie es der erste Teil der Definitionen angibt. Außerdem werden bei der Einstufungshilfe Beispiele gegeben“ [Schirmer 2000, Seite 11].

Das Kriterium berücksichtigt zwei Aspekte gleichzeitig. Die Gliederung von Elementen innerhalb einer Gruppe und die Abgrenzung gegenüber anderer Gruppen. In der Praxis können beide Aspekte sehr unterschiedlich realisiert sein. Dies führt in der NICE2-Beurteilung zu den Bedenken, "es könnte der Prüfer zu einem mittleren Wert für diese Kriterium kommen, der nicht genügend auf die Schwachstelle hinweisen würde" [Schirmer 2000, Seite 11].

Erwiderung: Kommt es bei der Kombination von zwei oder mehreren Aspekten in einem Kriterium zu einer unterschiedlichen Ausprägung dieser Aspekte, soll nicht ein mittlerer Wert für diese Bewertung angenommen werden. Um die Schwachstellen des Systems zu identifizieren, muss der schlechte Wert als Note übernommen werden und in die Bewertung einfließen. Dieser Sachverhalt kann wieder als hilfreiche Zusatzinformation für weitere Diskussionen in einer Bemerkung abgespeichert werden.

Die Kombination der unterschiedlichen Ebenen einer räumlichen und haptischen Kodierung in einer Notenskala wird dagegen als unproblematisch angesehen. "Die rein haptische Unterschiedlichkeit wird höher eingestuft als die rein räumliche, was im Zusammenhang mit der Fahrzeugführung richtig ist" [Schirmer 2000, Seite 11].

Beim Kriterium "*Geschwindigkeit der Bedienung*", welches aus dem NICE1-Kriterium "*Dauer der Bedienung*" hervorging, wünscht sich Schirmer eine konkrete Zeitangabe. "Es wird unnötigerweise ein geringeres Skalenniveau gewählt und damit werden Informationen verschenkt" [Schirmer 2000, Seite 11].

Erwiderung: Die einzelnen Funktionen haben verschieden lange Betätigungszeiten. Der Bedienvorgang "Umschalten von Umluft auf Außenluft" lässt sich mit dem Bedienvorgang der "Programmierung eines Ziels" nicht in absoluten Zeitangaben vergleichen. Die Bewertung muss daher in Relation zu anderen Auslegungen und zum theoretischen Optimum erfolgen, was als Hinweis in den Einstufungshilfen enthalten ist.

Die Bediengeschwindigkeit hängt von mehreren Faktoren ab, die zum Teil auch von anderen Prüfkriterien erfasst werden (z.B. Erreichbar-

keit, Wohlunterscheidbarkeit, Bildung logischer Einheiten). In der Beurteilung wird diesbezüglich angemerkt: „Schwachstellen werden auf diese Weise doppelt bewertet“ [Schirmer 2000, Seite 11].

Erwiderung: Vor dem Hintergrund der Verkehrssicherheit muss es ein besonderes Anliegen sein, Systeme zu entwickeln und auf dem Markt zuzulassen, die die Aufmerksamkeit des Fahrers, wenn überhaupt, nur sehr kurz ablenken. Die Vielschichtigkeit dieses Problems der Bediengeschwindigkeit erlaubt es aber oft nicht zu erkennen, worauf eine lange Bedienzeit zurückzuführen ist. Dieser Besonderheit wird mit dem nachgeordneten Kriterium Rechnung getragen. Spezielle Umstände und Informationen, die zur Einstufung mit einer bestimmten Note geführt haben, sollten auch hier in einer Bemerkung protokolliert werden.

Nachdem NICE1 noch fast ausschließlich zur Anwendung auf Bedienelemente entwickelt wurde, sind es bei NICE2 neun von 15 Fragen, die sich mit Bedienelementen befassen. Dadurch dass *die Phasenbewertung 'Bedienelemente'* auch für virtuelle Bedienelemente gilt, wird das Gleichgewicht zwischen Bedienelementen und Menüstruktur weiter ausgeglichen, denn hierdurch "werden die anwählbaren Items der Menüs, die gleichzeitig als Anzeigen dienen, ebenfalls erfasst" [Schirmer 2000, Seite 12].

"Wenn Anzeigen und Bedienelemente vollständig entkoppelt sind (Tastatur und Display ohne virtuelle Bedienelemente), dann reduziert sich die Zahl der Kriterien, mit denen die Informationsausgabe bewertet wird, auf zwei (Selbstbeschreibungsfähigkeit, Rückmeldung). In diesem Fall werden wichtige Bewertungskriterien zur Informationsausgabe wie Gruppierung, Größe / Erkennbarkeit / Lesbarkeit, Unterscheidbarkeit und Kompatibilität von Anzeigen nicht abgefragt" [Schirmer 2000, Seite 12].

Erwiderung: Bei den angesprochenen Systemen sind Rückmeldung und Selbstbeschreibungsfähigkeit sehr entscheidend für die Informationsausgabe und wurden deshalb als relevante Kriterien hierfür ausgewählt. Die in der Beurteilung angesprochenen nicht abgefragten Kriterien fließen beim Prüfverfahren NICE2 jedoch in die Rückmeldung mit ein. Als Beispiel ist eine schwer erkennbare und unlesbare Informationsausgabe als Rückmeldung nicht offensichtlich und wird auch in der Bewertung dementsprechend schlecht eingestuft. Bei der Analyse der hier ermittelten Schwachstelle kann man nun tiefer in die Theorie der optimalen Informationsdarstellung eintauchen und weitere detaillierte Kriterien anwenden, um das System zu verbessern. Durch diesen Ansatz ist es möglich, mit den relativ wenigen, essenziellen Kriterien in NICE kompakt und handhabbar zu bleiben und dabei trotzdem die Schwachstellen der gesamten Bandbreite der Ergonomie zu erkennen.

Gesamtnote

Fragen in der Beurteilung richten sich auch an die Aussagekraft der Gesamtnote. "Was fängt man damit an? [...] Man weiß nicht genau, weshalb ein Gerät diese Gesamtnote erhalten hat" [Schirmer 2000, Seite 12].

Erwiderung: Die Note dient nicht dazu, um ein System als Zweier-Gerät oder Dreier-Gerät zu qualifizieren. Die Noten dienen dazu, um die Tendenzen zu erkennen, wenn verschiedenen Verbesserungen des Systems als Alternativen zur Auswahl stehen. Man kann dann erkennen, wo Änderungen am meisten Sinn machen, da sie sich besonders positiv auf die Gesamtnote auswirken. Ansonsten sind die Einzelnoten der Bewertungskriterien die Grundlage der Bewertung, haben die meiste Aussagekraft und definieren die zu verbessernden Schwachstellen des Bedienkonzeptes, wie es auch in der NICE2-Beurteilung gesehen wird: "Für eine Herstellerfirma würden die Einzelbewertungen genügen, so dass sie den Schwachstellen nachgehen kann" [Schirmer 2000, Seite 12].

Dialog des NICE2-Prüfverfahrens, Logik und Gestaltung der Formulare

Im letzten Teil der Beurteilung des Prüfverfahrens NICE2 durch einen unabhängigen Ergonomie-Experten wurde der Dialog und die Logik und Gestaltung der Formulare untersucht.

Diese Thematik befasst sich in erster Linie nicht mit der ursprünglichen Idee und neuen Struktur dieses weiterentwickelten Bewertungsverfahrens, sondern bewertet zum Großteil die Umsetzung, Präsentation und Ergonomie der Software.

Die Besprechung jedes einzelnen Screenshots der Software mit Lob und Kritik soll aber im Rahmen dieser Arbeit nicht als Schwerpunkt behandelt werden. Neben vielen Bestätigungen zur Umsetzung der Software gibt es auch einige Hinweise, wie man die softwaretechnische Gestaltung von Listen, Buttons und Screens noch verbessern kann.

Evaluierung mit Nicht-Ergonomen

NICE wurde mit dem Anspruch konzipiert, dass das Bewertungstool auch von einem Nutzerkreis einsetzbar ist, der nicht als Ergonomie-Spezialisten bezeichnet werden kann. Für dieses Ziel wurden in NICE umfangreiche Einstufungshilfen der Bewertungskriterien geschaffen. Die Hilfe in NICE sollte hierfür die Bewertung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle unterstützend mit Informationen versehen.

In einem Versuch am Institut für Arbeitswissenschaft an der Universität der Bundeswehr München sollten die Randbedingungen herausgefunden werden, die notwendig sind, um diesem Anspruch (Anwendung von Nicht-Ergonomen) gerecht zu werden.

Eine Gruppe von sieben Versuchspersonen wurde ausgewählt, um das Bewertungsverfahren NICE2 an bereits realisierten Bedienkonzepten anzuwenden. Die Gruppe der Versuchspersonen kann einheitlich als Nicht-Ergonomen definiert werden, wobei alle Versuchspersonen einführende Informationen zum Softwaretool in Form einer Vorlesungsveranstaltung erhalten haben. Diese Informationen haben die Struktur und den Inhalt von NICE2 nur kurz erläutert, um das erforderliche Basiswissen für eine Anwendung zu vermitteln.

Versuchsplan

Für den Versuch wurden zwei Gruppen à 2 Versuchspersonen und eine Gruppe mit 3 Versuchspersonen eingeteilt. Jede Gruppe musste ein Bedienkonzept evaluieren. Als Bedienkonzepte waren zu bewerten:

- Audi MMI im Fahrzeug Audi A8 (3 Versuchspersonen)
- COMAND im Fahrzeug Mercedes-Benz C-Klasse (2 VPn)
- COMAND im Fahrzeug Mercedes-Benz C-Klasse (2 VPn)

Als Aufgaben für die Bewertung der Bedienkonzepte wurden den Versuchspersonen vorgegeben:

Nutzen Sie das Bewertungstool NICE2 und evaluieren Sie das Bedienkonzept im Kfz. Bewerten Sie folgende Funktionen!

Navigation

*Eingabe eines Ziels und Start der Zielführung
Abspeichern eines eingegebenen Ziels*

Radio

*Sender mit Verkehrsnachrichten einstellen
Lautstärke ändern*

Klima

*Temperatur verändern
Außenluftzufuhr abstellen*

Diese Aufgaben wurden ausgewählt, da sie typische Handlungen bei der Interaktion mit Bedienkonzepten darstellen und auch während der Fahrt durchgeführt werden können und dürfen.

Versuchsdurchführung

Neben den allgemein gehaltenen Informationen über das Bewertungstool und den Versuchsablauf wurden die Versuchspersonen nicht weiter mit zusätzlichen Informationen versorgt, um sie auf dem Stand eines ergonomisch gebildeten Laien zu halten.

Jede Gruppe wurde mit einem Laptop ausgestattet, auf dem NICE2 bereits installiert und gestartet war. Die Bewertung wurde im stehenden Fahrzeug vorgenommen, mit dem Hinweis, dass alle Funktionen auch während der Fahrt bedient werden können müssen.

Die Dauer des Versuchs belief sich auf insgesamt 3 Stunden, gegliedert in:

1. Kennenlernen des Bedienkonzeptes (15min)
2. Vertrautmachen mit dem Bewertungstool (15min)
3. Bewertung des Bedienkonzeptes mit NICE2 (2,5h), wobei während der Bewertung weitere neue Aspekte des Bedienkonzeptes und des Bewertungstools auftauchten und erlernt wurden.

Die weiter oben festgelegten Aufgaben wurden durch die Probanden vollständig bewertet und mit NICE2 erfasst. Nach der Bewertung wurden die Versuchspersonen in einem Interview um ihre Erfahrungen aus der Anwendung von NICE2 gebeten.

Versuchsergebnisse

Bei den abgegebenen Noten ergab sich eine relativ hohe Übereinstimmung, die aber geringer war als bei der Beurteilung von NICE1 mit Ergonomie-Experten.

Es wurden 55 Noten von den beiden „COMAND-Gruppen“ zum selben Bedienkonzept abgegeben. 13 Noten waren identisch.

In vier Fällen trat ein Notenunterschied von mehr als 2 auf:

Die „*Dauer der Bedienung*“ der "Manuelle Zieleingabe" beim CO-MAND-System wurde von einer Gruppe mit "1" bewertet und von der anderen Gruppe mit "4", was darauf zurückzuführen sein kann, dass sich eine Gruppe von einem anderen Untermenü auf die entsprechende Funktion begeben hat.

Die anderen Fälle tauchten bei der *Phasenbewertung der Bedienelemente* auf. Hier stellte sich heraus, dass eine Gruppe bei der "Dauer der Bedienung" nur das finale Bestätigen des Speichervorgangs oder den Start der Zielführung bewerteten, während die andere Gruppe den gesamten Vorgang als Dauer werteten. Ebenso wurde von einer Gruppe die *Selbsterklärungsfähigkeit* des Bedienelementes zum spei-

chern des aktuellen Ziels nur auf den Moment der Bestätigung des Speichervorgangs reduziert.

Die Funktionen "Verkehrsinfo aktivieren" wurde von einer Gruppe durchgängig mit "5" bewertet, da es ihr im Verlauf des Versuchs nicht gelungen war, diese Funktion zu aktivieren. In diesem Fall konnten weitere Kriterien, wie z.B. Konsistenz nicht angewendet werden und somit wurde diese Funktion in dieser Auswertung der Ergebnisse nicht weiter beachtet. In der anderen Gruppe wurde diese Funktion als anwendbar, aber ebenfalls schlecht bewertet und wäre bei der *Phasenbewertung der Menüstruktur* in jedem Fall als zu verbessernde Schwachstelle dokumentiert worden.

Gegenüber NICE1 wurden für NICE2 die angebotenen Standardlisten für Funktionen erheblich erweitert. Obwohl die Software die Option anbietet, nicht aufgeführte Funktionen manuell zu erweitern, hielten sich die Probanden sehr stark an die angebotene Auswahl und vermieden es, eigene Funktionen hinzuzufügen, auch wenn es sinnvoll gewesen wäre. Sie versuchten die Funktion auszuwählen, die der gesuchten am ähnlichsten war.

Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen dem Bedienkonzept COMAND und Audi MMI viel auf, dass die Audi-Lösung deutlich besser abschnitt als das Bedienkonzept im Mercedes-Benz.

In allen drei Phasen der Bewertung waren die Noten für das MMI-Konzept besser als für das COMAND-Konzept.

	Primärbewertung		Menüstruktur		Bedienelemente	
	Note	Schwachstellen	Note	Schwachstellen	Note	Schwachstellen
COMAND	2,09	2	2,14	7	2,05	4
MMI	1,5	0	1,19	0	1,04	0

Tabelle 4: Ergebnisse der NICE2 Evaluation

Die Vergabe der Note „4“ oder der Note „5“ kann man beim NICE-Verfahren als identifizierte Schwachstelle bezeichnen. Während beim COMAND-System insgesamt 13 Schwachstellen gefunden wurden, war beim MMI-System keine identifiziert worden.

Diese Ergebnisse decken sich mit der Meinung vieler Ergonomie-Experten, die die Realisierung des Bedienkonzeptes MMI bei Audi als besonders gelungen und zukunftsweisend einstufen.

Beim System COMAND wurden die bestehenden Einzelsysteme noch mehr oder weniger unter einer Bedienoberfläche integriert, welche hierfür teilweise an die Einzelsysteme angepasst und erweitert werden musste.

Bei Audi MMI verfolgte man einen Top-down-Ansatz. Die Einzelsysteme wurden an die Bedienoberfläche angepasst. Konsistente Ergonomie hatte Priorität und zieht sich durch das gesamte Bedienkonzept.

Die Schnittstellen der Einzelkomponenten wurden sehr früh sehr detailliert definiert und im Laufe der Weiterentwicklung ständig überwacht. Die Entwickler der Einzelsysteme pflegten eine enge Zusammenarbeit untereinander und nutzten in gleicher Weise die ausgesuchten Ergonomieregeln und Bewertungskriterien für alle Komponenten des Gesamtsystems.

Dieser neue Ansatz in der Systementwicklung zeichnete sich besonders bei der Bewertung der Menüstruktur aus, wo beim COMAND-System noch 7 Schwachstellen eingestuft wurden.

Die Vergleiche dieser Ergebnisse lassen die Validität des Verfahrens NICE2 erkennen.

Interview

In einer Befragung nach Abschluss des Versuchs wurden von den Probanden Kommentare zum Versuch selbst und zum Prüfverfahren mit dem Softwaretool NICE2 abgegeben.

Die Bedienoberfläche wurde von einigen als gelungen, funktional und übersichtlich beurteilt. Eine Versuchsperson bemängelte, dass das Verfahren ohne Einweisung nicht ausreichend intuitiv bedienbar sei, aber bereits nach kurzer Übungszeit wäre das Arbeiten mit dem Verfahren möglich. Alle schätzten das Prüfverfahren als gut verständlich ein.

Der Einsatz eines Laptops für eine derartige Bewertung ist sehr gut geeignet, da das Ausprobieren der zu bewertenden Funktionen möglich sein muss. Auch wenn das Verfahren Shortcuts anbietet und ebenso ein Mouse-Pad verfügbar ist, so bleibt doch eine Einschränkung der komfortablen Bedienbarkeit, zumal in Fahrzeugen beengte Verhältnisse herrschen, wenn man den „warmen“ Laptop auf den Oberschenkeln halten muss.

Die angebotene Hilfefunktion in NICE2 wurde als gut, ausreichend und präzise beschrieben, wobei man sich mehr Kontextsensitivität der Hilfe wünscht. Ebenso fanden die Einstufungshilfen eine ausschließlich positive Rückmeldung, was unter anderem auch an den nützlichen Beispielen lag.

Die Versuchspersonen schätzten sich so ein, dass sie mit dem Bewertungsverfahren NICE2 in der Lage sind, ein Bedienkonzept nach Richtlinien der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen objektiv bewerten zu können.

Probleme in der Bewertung tauchten auf, als Funktionen zu bewerten waren, die mit einer einzigen Bedienhandlung eines Bedienelementes auszuführen waren (Lautstärke ändern, Umschalten auf Umluft). Eine Gruppe erkannte nicht, dass die „fehlende“ Menüstruktur dieser Funktionen bei der *Phasenbewertung* „Menüstruktur“ als positiv, also mit „1“ zu bewerten ist.

Der Zeitanatz für eine Bewertung mit NICE2 und den in diesem Versuch gestellten Aufgaben wurde zum Teil als angemessen und zum Teil als sehr hoch eingestuft, wobei die lange Dauer für eine derartig wichtige Bewertung für die Probanden als gerechtfertigt erscheint.

Kapitel 6: Ergebnisse und Folgerungen

NICE1 und NICE2 sind grundsätzlich geeignet, die Mensch-Maschine-Schnittstelle von Bedienkonzepten in Fahrzeugen zu bewerten. Dies ist das Ergebnis, das aus allen Anwendungen und Untersuchungen des Prüfverfahrens gewonnen werden kann. Während NICE1 noch für den Einsatz bei weniger komplexen Standalone-Systemen vorgesehen war, ist es mit NICE2 bereits möglich, komplexe Bedienkonzepte, wie sie in höherklassigen Fahrzeugen eingesetzt werden, zu bewerten. So wie die Entwicklung dieser Bedienkonzepte immer weiter fortschreitet, müssen aber auch ihre Bewertungsmethoden ständig auf deren Zweckmäßigkeit und Aussagekraft hinterfragt werden. Gerade auf dem Gebiet der Ergonomie von Fahrerassistenz- und Informationssystemen ist es wohl kaum möglich, ein Verfahren zu entwickeln, das alle Bereiche und Arbeitsgebiete zu hundert Prozent abdeckt und perfekt bewertet. Es ist vielmehr die Aufgabe, für verschiedene Teilbereiche der Ergonomie Verfahren zu entwickeln, die diese Bereiche optimal erfassen. Die Grenzen dieser Verfahren in den jeweiligen Teilbereichen müssen bekannt sein und dürfen bei der Anwendung und bei der Interpretation der Ergebnisse nicht überschritten werden. NICE hatte in seiner ursprünglichen Zielsetzung den Anspruch erhoben, ein Bewertungsverfahren mit allen wesentlichen Bewertungskriterien für die sichere Betätigung von Bedienelementen im Kfz zu werden, das leicht und zeitökonomisch bedienbar ist. Es sollte auch von einem Personenkreis anwendbar sein, der nur geringe ergonomische Vorkenntnisse hat. Zudem sollte das Verfahren Hinweise geben, an welcher Stelle des Bedienkonzepts Veränderungen besonders wichtig und effizient sind.

Im Laufe der Entwicklung des Bewertungsverfahrens, mit den damit verbundenen Evaluationen, zeigte sich, dass NICE mit seinen beiden Versionen diesem Anspruch mit Einschränkungen nachkommt. Aus den Erfahrungen bei der Anwendung konnten bereits hilfreiche Erkenntnisse gewonnen werden, die für zukünftige Entwicklungen auf dem gleichen Gebiet sehr hilfreich sein werden.

Jene Erfahrungen und Einschränkungen prägen Randbedingungen, die bei einem Einsatz des Bewertungsverfahrens beachtet werden müssen. Diese Randbedingungen werden hier erläutert:

Einsatzbereich von NICE

NICE hat im umfassenden und komplexen Arbeitsgebiet der ergonomischen Prüfverfahren seinen festgelegten Einsatzbereich. Es ist als kompaktes und schnell einsetzbares Instrument zur Erfassung von Schwachstellen der Bedienkonzepte gedacht. Diese Schwachstellen müssen in einem nächsten Schritt von spezialisierten Ergonomen analysiert und verbessert werden. Die Erkenntnisse aus NICE stellen mit ihren schriftlichen Bemerkungen eine wichtige Grundlage für diese weiterführenden Diskussionen dar.

Dabei bleibt mit NICE immer ein Interessenkonflikt. Auf der einen Seite soll es kompakt, handhabbar und einfach bedienbar sein und trotzdem alle wichtigen Aspekte der Ergonomie durchleuchten. NICE muss sich aber immer klar von einem umfassenden Lehrbuch der Ergonomie abgrenzen, das mit allen Inhalten zu komplex und nicht mehr handhabbar sein würde.

Vor diesem Hintergrund wurden auch die Bewertungskriterien mit ihren Einstufungshilfen ausgesucht und definiert. Ein reduzierter Satz von Kriterien für das weite Feld der Bewertung von MMI kann nicht alle kleinsten Details dieses Arbeitsgebietes erfassen. Mit den Einstufungshilfen ist es aber möglich, die mangelnde Berücksichtigung der grundlegenden Richtlinien aufzudecken und für eine Verbesserung vorzuschlagen.

Mit dem Bewertungsverfahren NICE2 können verschiedene Bewertungszwecke erfüllt werden. Es können sowohl komplette Bedienkonzepte oder aber nur Teilbereiche hieraus oder nur Einzelsysteme untersucht werden. Ebenso können mit NICE2 auch verschiedene Bedienkonzepte untereinander verglichen werden. Hierbei ist es aber besonders wichtig, dass eine genaue Spezifikation der Randbedingungen definiert und eingehalten wird. Als Randbedingungen können in Frage kommen:

- Welche Bedienelemente sollen in der Primärbewertung untersucht werden?
- Welche Einzelsysteme sollen untersucht werden?
- Welche Funktionen sollen untersucht werden?
- Genaue Definition der Funktionenliste für beide vergleichenden Bewertungen.
- Wie ist der Anwender mit dem Bedienkonzept vertraut?
- Müssen die Funktionen während der Fahrt bedient werden können?

NICE hat durch seinen generischen Aufbau weiteres Potenzial zum Einsatz bei Bewertungen in der Zukunft. Es können neue Kriterien definiert und neue Systeme und deren Funktionen in die Standardlisten aufgenommen werden. Dies erhält die Akzeptanz des Bewerter, da er nicht bei jeder neuen Bewertung die neuen Standardlisten wieder eingeben muss. Auf der anderen Seite können die zusätzlichen, immer komplexer werdenden Systeme mit immer umfangreicheren Funktionalitäten, die Anwendung eines zeitökonomischen Verfahrens ausschließen. Hier sollte man sich in der Bewertung auf die wesentlichen Komponenten eines Bedienkonzeptes beschränken, die für die Verkehrssicherheit von Bedeutung sind.

Einstufungshilfen

Die Definition der Einstufungshilfen wird in beiden Versionen als grundlegende und wichtige Hilfe bei der Bewertung angesehen. Sie garantieren ein gewisses Maß an Objektivität, Reliabilität und Validität und ermöglichen auch Bewertern mit nur geringen ergonomischen

Vorkenntnissen die Anwendung des Prüfverfahrens. Besonders die verbesserten und überarbeiteten Definitionen und die angebotenen sprachlichen und bildlichen Beispiele finden Akzeptanz und erleichtern die Einstufung. Die Einstufungshilfen bleiben jedoch Hilfen. Es können nicht alle existierenden und zukünftigen Realisierungen von Bedienkonzepten mit den Einstufungshilfen komplett abgedeckt und angesprochen werden. In solchen Fällen ist es wichtig, die formulierten Hilfen als Anhalt zu nehmen und „interpolierte“ Einstufungen zu finden. Diese erarbeiteten zusätzlichen Informationen sollten als schriftliche Bemerkung niedergelegt und für weitere Diskussionen verfügbar gemacht werden.

Subjektivität

Bei jeder Bewertung ist ein gewisser Grad an Subjektivität nicht zu vermeiden. Auch bei den Einstufungshilfen in NICE wird eine subjektive Interpretationsmöglichkeit zu vermeintlich unscharfen Bewertungsskalen führen. Mit den formulierten Hilfen zur Einschätzung der Noten ist es gelungen, ein gutes Maß an Objektivität zu erhalten. Trotzdem hat der Bewerter in jedem Fall die Möglichkeit, sich von den Vorschlägen zu lösen und seine subjektive Einschätzung abzugeben, was er jedoch in Form einer schriftlichen Bemerkung dokumentieren muss.

Kenntnisstand des Anwenders

Das Prüfverfahren bietet laut Definition auch die Möglichkeit, nur Teilsysteme oder nur eine Auswahl an Funktionen bewerten zu lassen. Aber auch in diesen Fällen ist es notwendig, dass der Bewerter einen Überblick über das gesamte Bedienkonzept hat. Dies betrifft im Besonderen das Kriterium der *Konsistenz*, bei dem es nicht ausreicht, sich zur Notenvergabe in die einzelnen Systemelemente einzuarbeiten.

Nur wer die zu bewertenden Funktionen ausreichend kennt und eingewiesen ist, kann sie in diesem Prüfverfahren objektiv bewerten. Dies wird umso wichtiger, wenn die Ergebnisse verschiedener Bewerter miteinander verglichen werden sollen, da die Vertrautheit mit dem Bedienkonzept erhebliche Auswirkungen auf die Einschätzung haben kann. Der Grad an Vertrautheit mit dem Bedienkonzept sollte also unbedingt ausreichend dokumentiert werden. NICE bietet diese Möglichkeiten für bewertungsübergreifende Bemerkungen auf der Startseite an.

Grundinformationen für den Anwender

Besonders aus dem Versuch mit Nicht-Ergonomen kam die Erkenntnis, dass der Einsatz von NICE für diesen Personenkreis möglich ist, wenn hierfür Grundinformationen für die Anwender angeboten werden. Ohne dieses Mindestmaß an „kalibrierenden“ Informationen erhöht sich die Varianz der abgegebenen Noten im Vergleich zur Bewertung mit Ergonomie-Experten.

Um die abgegebenen Noten vergleichen zu können ist es wichtig, dass alle Bewerter die gleichen Bedienelemente und Systemfunktionen für das Prüfverfahren ausgewählt haben.

Um eine Aussage über die Verkehrssicherheit des Bedienkonzeptes machen zu können, ist es wichtig, diejenigen Funktionen zu beurteilen, die während der Fahrt bedient werden können. Grundsätzlich sollten vom System während der Fahrt nur die Funktionen angeboten werden, die bedient werden müssen. Alle weiteren „überflüssigen“ Funktionen lenken nur von der Fahraufgabe ab und sollten inaktiviert werden. Hier ist es schwer die Grenze zu ziehen, wann eine Funktion überflüssig ist. Dies liegt in der Verantwortung der Hersteller. Grundsätzlich kommen alle bedienbaren, aktiven Funktionen in die Bewertung, um den Einfluss des Systems auf die Verkehrssicherheit untersuchen zu können.

Für vergleichende Bewertungen mit dem Prüfverfahren NICE empfiehlt sich, allen Bewertern die gleichen Standardlisten zur Verfügung zu stellen. Dies sind:

- Bedienelemente für die Primärbewertung
- Systemfunktionen für die Phasenbewertung Menüstruktur / Bedienelemente
- Kriteriensatz und ihre Gewichtungen für die Phasenbewertung Menüstruktur
- Kriteriensatz und ihre Gewichtungen für die Phasenbewertung Bedienelemente

Die Vertrautheit des Bewerter mit dem Bedienkonzept hat auch einen großen Einfluss auf das Ergebnis. Für vergleichende Bewertungen sollte auch diese Größe ausgeglichen sein. Für routinierte Bediener sind manche Funktionen „selbsterklärender“ als für Bediener, die diese Funktion zum ersten Mal bedienen. Oftmals hilft ein kurzer Blick in die Bedienungsanleitung, um die Menüstruktur zu dieser Funktion klar zu machen. Ohne Bedienungsanleitung ist es manchmal nicht möglich auf den richtigen Pfad des Menübaumes zu kommen. Ein kleiner Wissensvorsprung eines Bewerter kann eine „unauffindbare“ Funktion für ihn selbstbeschreibend und logisch machen.

Die Durchführung der Bewertung mit dem Prüfverfahren NICE ist zwar ohne jegliche Vorabinformation möglich, da bei der Entwicklung großer Wert auf Selbsterklärungsfähigkeit und Übersichtlichkeit gelegt wurde. In der Version NICE2 sind aber bereits deutlich mehr Informationen und Daten zu verwalten, so dass die Transparenz der Version NICE1 nicht mehr realisiert werden konnte. Eine kurze Einweisung in das Prüfverfahren und die Struktur von NICE2 verkürzt die Vorbereitungszeit einer Bewertung und steigert damit auch die Effizienz dieses Verfahrens.

Kapitel 7: Zusammenfassung

Die Zunahme an neuen Formen der Fahrerassistenz- und Informationssysteme mit komplexer werdenden Bedienstrukturen fordert von den Führern der Fahrzeuge in bestimmten Situationen immer mehr mentale Aufmerksamkeit, was den Fahrer von seiner eigentlichen Primäraufgabe, das sichere Steuern des Fahrzeuges durch den Verkehr, stark ablenkt. Auch wenn die Absicht dieser Entwicklung, die Versorgung des Fahrers mit zusätzlichen Informationen und Funktionalitäten grundsätzlich positiv ist, so darf man die negativen Einflüsse dieses Trends nicht aus den Augen verlieren. Die Verkehrssicherheit muss trotz der Integration der neuen Systeme erhalten bleiben oder noch weiter gesteigert werden. Im gleichen Zuge darf der Komfort der Bedienung für den Fahrer nicht darunter leiden. Er darf sich nicht von den zusätzlichen Systemen und Funktionalitäten erdrückt und überfordert fühlen. Dies ist besonders wichtig, da man in den nächsten Jahren mit einer Veränderung der Alterstruktur der Verkehrsteilnehmer rechnen kann. Ältere Personen werden immer länger am Straßenverkehr aktiv teilnehmen wollen.

Nach einem ersten Ansatz von Mercedes-Benz mit COMAND[®], wobei versucht wurde, die unterschiedlichen Standalone-Systeme unter einer Bedienoberfläche zu integrieren, wagten BMW mit idrive[®] und Audi mit MMI[®] den ersten Schritt zu einer komplett neuen Entwicklungsphilosophie:

Ein Fahrerassistenzsystem im Kfz ist nicht die Summe einer Anordnung von Standalone-Systemen, sondern ein geschlossenes System mit mehreren integrierten Funktionalitäten. Schon während des Entwicklungsprozesses ist eine interdisziplinäre, intensive Zusammenarbeit der Bereiche der verschiedenen Einzelsysteme erforderlich, um am Ende ein Bedienkonzept in das Fahrzeug zu integrieren, das die geforderten Attribute besitzt.

Prüfverfahren für die Bewertung solcher Bedienkonzepten müssen die Hersteller dabei unterstützen, Lösungen auf den Markt zu bringen, die die vielen neuen Funktionalitäten in einem System integrieren, das den Fahrer unauffällig bei seiner Hauptaufgabe unterstützt, dabei nicht ablenkt und durch Bedienfreundlichkeit die Verkehrssicherheit nicht weiter negativ beeinflusst.

Das Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen in Fahrzeugen basiert im Moment noch auf der freiwilligen Anwendung von Richtlinien und Prüfverfahren auf diesem Gebiet, die meistens nur konzernintern Gültigkeit haben. Richtlinien mit freiwilligem Charakter werden sicherlich nicht von der Industrie akzeptiert werden, wenn dadurch kalkulierbare Nachteile für das Unternehmen entstehen. Auf der anderen Seite können zu strikte Vorschriften auf diesem Gebiet die Entwicklung von Fahrerassistenz- und Informationssystemen hemmen und damit nützliche Lösungen verhindern.

Aufgabe in der Zukunft ist es, einen optimalen Weg zwischen dem Erfordernis von verbindlichen Richtlinien für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle in Fahrzeugen und den kreativen Lösungsmöglichkeiten der Industrie zu finden. Bis dahin bleibt es den Beteiligten noch überlassen, nach welchen Kriterien sie ihre Bedienkonzepte erarbeiten.

Die Verfahren NICE1 und NICE2 zur Bewertung von Bedienkonzepten in Automobil-Cockpits sind der Versuch, ein Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, das von den verschiedenen Beteiligten in der Fahrzeugentwicklung als grundlegendes Bewertungsinstrument angewendet werden kann.

Mit dem NICE-Verfahren ist es möglich, angestrebte Realisierungen und bereits existierende Lösungen von Bedienkonzepten schnell und effizient zu bewerten und Aussagen über potenzielle Schwachstellen zu treffen.

Das rechnerunterstützte Verfahren leitet den Anwender schrittweise durch die Bewertung. In einem durchschaubaren Dialog werden sowohl das zu evaluierende Bedienkonzept mit seinen Funktionen als auch die anzuwendenden Bewertungskriterien mit Gewichtungen in modularer Weise zusammengestellt. Bei der eigentlichen Bewertung der Funktionen und Bedienelemente stehen umfangreiche Einstufungshilfen zur Verfügung, die die Vergabe der Noten von 1 bis 5, zum Teil mit grafischen Beispielen, erleichtern.

Die umfangreichen Ergebnisse aus den Bewertungen mit dem Verfahren NICE werden dem Anwender unmittelbar und übersichtlich präsentiert. In vielfältigen und aussagekräftigen Grafiken wird er bei der Identifikation und Behebung von Mängeln der Ergonomie des Bedienkonzepts unterstützt.

Diese Ergebnisse können dann die Grundlage für Diskussionen zur weiteren Verbesserung des Systems sein, bis am Ende eines iterativen Prozesses eine Lösung präsentiert wird, die den Forderungen eines integrierten Bedienkonzeptes zur Unterstützung des Fahrers, ohne negative Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, entspricht.

Hierfür wurde für das Verfahren ein Satz an essentiellen Bewertungskriterien herausgefiltert, der durch die Definition der detaillierten Einstufungshilfen für den praktischen Einsatz in der Bewertung operationalisiert wurde. Man muss hier akzeptieren, dass die Reduktion auf einen ausgewählten Satz an Kriterien bestimmte Teilbereiche der Ergonomie in ihrer Tiefe nicht ganz ausleuchtet. Es bleibt aber gewährleistet, dass diese Bereiche zumindest bei verkehrssicherheitstechnischen Aspekten berücksichtigt werden.

Im Laufe der Entwicklung wurde die Struktur des Verfahrens adaptiert, um Bedienkonzepte mit Multifunktionsbedienelementen in ihrer Gesamtheit ebenfalls bewerten zu können. Die Versuche haben die praktische Einsetzbarkeit bestätigt, jedoch auch gezeigt, dass mit steigender Komplexität der Systeme auch der Umfang einer Bewertung gesteigert und ihre Handhabbarkeit eingeschränkt wird.

NICE ist adaptionsfähig und kann in vielen Abschnitten des Verfahrens ergänzt und erweitert werden. Zusätzliche Bewertungskriterien, neue Systeme und weitere Funktionen gewährleisten auch eine zukünftige Aktualität.

Die operationalisierten Bewertungskriterien und weitere Hilfen in NICE ermöglichen einen interdisziplinären Einsatz des Verfahrens. Sowohl Ergonomen, Industriedesigner und auch technische Spezialisten der Einzelsysteme können mit ein und demselben Tool die gleichen ergonomischen Maßstäbe an ihrer Arbeit anlegen und somit einen konsistenten Einsatz von Bewertungskriterien im Einzel- und Gesamtsystem erreichen.

NICE überprüft in einer zeitökonomischen Anwendung alle wesentlichen Bewertungskriterien für die sichere Betätigung von Bedienelementen in Fahrzeugen. NICE gibt Hinweise, an welcher Stelle des Bedienkonzeptes Veränderungen besonders wichtig und effizient sind, setzt keine Ergonomie-Spezialisten als Benutzer des Systems voraus und erfüllt somit unter bestimmten Randbedingungen die Anforderungen, die an ein Verfahren zur Bewertung von Bedienkonzepten grundsätzlich gestellt werden können.

Ein Ausblick zur Bewertung von Schnittstellen der Zukunft

Computer mit Gedankenkraft steuern

Science Fiction wird zunehmend von der Realität eingeholt: US-Medizinern ist es gelungen, einen Computer nur durch Gedankenkraft zu steuern. Ein implantierter Gehirn-Chip diente dabei als Schnittstelle zwischen Hirn und Maschine.

Mehreren Rhesusäffchen wurden hauchdünne Multi-Elektroden ins motorische Zentrum des Gehirns eingepflanzt und zwar in den Bereich, der unter anderem für die Steuerung der Hände zuständig ist. Mit Gehirnzellen verbunden, konnten die Nervenimpulse über Kabel an einen Computer geleitet werden, der sie in Bewegungen des Mauszeigers umsetzte. Nach einiger Übung waren die Äffchen sogar imstande, den Cursor gezielt zu bewegen.

Mensch-Maschine Interface

An der idealen - sprich direkten - Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine wird bereits weltweit geforscht. So gelang es bereits einen 1000 km entfernten Roboterarm via Internet durch Gedankenkraft zu steuern. Dazu war es allerdings noch notwendig, den beiden Nachtaffen 96 solcher Elektroden als Schnittstelle zu implantieren.

Von NASA-Forschern wurde erfolgreich demonstriert, dass ein Flugzeug ferngelandet werden kann, ohne einen Steuerknüppel zu berühren. Sie wählten als Schnittstelle ein Sensorarmband, das die Nervenimpulse aus den Muskelbewegungen am Handgelenk und von den Fingern "abliest". Wenngleich es auch hierbei noch ein externes "Gerät" zur Datenübertragung zwischen Mensch und Maschine gibt, ist bei dieser Methode aber keinerlei chirurgischer Eingriff nötig.

Das große Ziel all dieser Forschungen ist es, ein technisches Gerät wie einen Teil des Körpers funktionieren zu lassen. Die technischen Voraussetzungen dafür sind bereits vorhanden, nur noch nicht ausgereift. [Auszüge aus YAHOO Schlagzeilen, 19.03.2002].

Die Realität einer sinnvoll angewandten Praxis ist sicherlich noch weit von den vorangegangenen Zeilen entfernt, jedoch zeigt sich ein Weg, der zu einer idealisierten Schnittstelle Mensch-Maschine führen kann.

Es stellt sich die Frage:

Wie kann man solche neuronalen Bedienkonzepte evaluieren?

Kapitel 8: Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: FAHRZEUGINNENRAUM FRÜHER (VW KÄFER).....	4
ABBILDUNG 2: FAHRZEUGINNENRAUM HEUTE (BMW IDRIVE®).....	4
ABBILDUNG 3: FAHRZEUGINNENRAUM HEUTE (MERCEDES-BENZ COMAND®).....	5
ABBILDUNG 4: FAHRZEUGINNENRAUM HEUTE (AUDI MMI®).....	5
ABBILDUNG 5: FAHRZEUGINNENRAUM MORGEN (OPEL SIGNUM®).....	5
ABBILDUNG 6: HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER EUROPÄISCHEN MMI EMPFEHLUNGEN.....	7
ABBILDUNG 7: HIERARCHISCH STRUKTURIERTE PRINZIPIEN FÜR EINE ERSTE ANWENDUNG ALS BEWERTUNGSKRITERIEN	12
ABBILDUNG 8: GRUNDELEMENTE ZUR GEWÄHRUNG DER ITS SICHERHEIT.....	15
ABBILDUNG 9: ITS RAHMENBEDINGUNGEN FÜR EINE BEWERTUNG.....	17
ABBILDUNG 10: PRINZIP DES BEWERTUNGSVERFAHRENS MMI-PRÜFLISTE.....	27
ABBILDUNG 11: BEISPIEL FÜR EINE GERÄTESPEZIFIKATION (MMI-PRÜFLISTE).....	28
ABBILDUNG 12: BEISPIEL FÜR EINE AUFGABENBESCHREIBUNG: ANRUFEN MIT AUSWAHL AUS ADRESSBUCH	29
ABBILDUNG 13: DAS BEWERTUNGSFORMULAR DER MMI-PRÜFLISTE.....	31
ABBILDUNG 14: BEISPIEL FÜR ERLÄUTERENDE HINWEISE IN RESPONSE TEIL A ZUR KATEGORIE SYSTEMNUTZER	36
ABBILDUNG 15: FRAGEN DER RESPONSE CHECKLISTE AUS TEIL B ZUR KATEGORIE MENSCH- MASCHINE-SCHNITTSTELLE UND SYSTEM LAYOUT.....	37
ABBILDUNG 16: KORRELATIONS AUSPRÄGUNGEN DER CHECKLIST ITEMS IN RESPONSE.....	37
ABBILDUNG 17: DAS FAHRERASSISTENZSYSTEM EINGEBETTET IN DER GESELLSCHAFT.....	38
ABBILDUNG 18: ERLÄUTERUNGEN ZU DEN FAHRERBEZOGENEN EVALUATIONSKONZEPTEN (KRITERIEN).....	40
ABBILDUNG 19: ANWENDUNG DER RESPONSE CHECKLISTE BEI DER PRODUKTENTWICKLUNG.....	41
ABBILDUNG 20: AUSZUG AUS DER KREUZREFERENZMATRIX DER RESPONSE CHECKLISTE TEIL A	42
ABBILDUNG 21: RELATIVER ANSTIEG DER FEHLERBEHEBUNGSKOSTEN IN ABHÄNGIGKEIT DER ENTWICKLUNGSPHASE	45
ABBILDUNG 22: MÖGLICHES GEWICHTUNGSPROFIL EINES "FUNCARS"	51
ABBILDUNG 23: MÖGLICHES GEWICHTUNGSPROFIL EINES "SOLIDEN" FAHRZEUGS.....	52
ABBILDUNG 24: GRAFISCHE STRUKTUR VON NICE.....	56
ABBILDUNG 25: STARTSEITE IN NICE.....	57
ABBILDUNG 26: SYSTEMAUSWAHL IN NICE.....	58
ABBILDUNG 27: AUSWAHL DER FUNKTIONEN IN NICE.....	59
ABBILDUNG 28: GEWICHTUNG DER BEWERTUNGSKRITERIEN IN NICE	61
ABBILDUNG 29: BEWERTUNGSÜBERSICHT DER FUNKTIONEN IN NICE.....	62
ABBILDUNG 30: BEWERTUNGSSCREEN EINER FUNKTION IN NICE.....	63
ABBILDUNG 31: AUSWERTUNGSÜBERSICHT IN NICE.....	64
ABBILDUNG 32: INFO-CONTROL IN NICE.....	65
ABBILDUNG 33: VERSUCHSÜBERSICHT DER EVALUATION VON NICE.....	90
ABBILDUNG 34: VERSUCHSAUSWERTUNG ZUR VALIDITÄT VON NICE.....	92
ABBILDUNG 35: GRAFISCHE DARSTELLUNG DER ERSTEN STRUKTUR DER PHASENLÖSUNG	95
ABBILDUNG 36: DIE GRAPHISCHE STRUKTUR VON NICE2.....	99
ABBILDUNG 37: SCREENSTRUKTUR IN NICE2	100
ABBILDUNG 38: STARTSEITE NICE2	101
ABBILDUNG 39: DIE HILFETHEMEN IN NICE2.....	102
ABBILDUNG 40: NICE2- AUSWAHL DER BEDIENELEMENTE FÜR DIE PRIMÄRBEWERTUNG.....	103
ABBILDUNG 41: NICE2- ÜBERSICHT DER BEDIENELEMENTE FÜR DIE PRIMÄRBEWERTUNG	104
ABBILDUNG 42: NICE2- PRIMÄRBEWERTUNG FÜR EIN BEDIENELEMENT	105
ABBILDUNG 43: NICE2- AUSWERTUNG DER PRIMÄRBEWERTUNG.....	105
ABBILDUNG 44: NICE2- GRAFISCHE DARSTELLUNG DER PRIMÄRBEWERTUNG.....	106
ABBILDUNG 45: NICE2- GRAFISCHE DARSTELLUNG 2 DER PRIMÄRBEWERTUNG	106
ABBILDUNG 46: NICE2- AUSWAHL DER SYSTEMFUNKTIONEN FÜR DIE BEWERTUNG DER MENÜSTRUKTUR / BEDIENELEMENTE.....	107
ABBILDUNG 47: NICE2- ÜBERSICHT DER ZU BEWERTENDEN SYSTEMFUNKTIONEN	108
ABBILDUNG 48: NICE2- BEWERTUNG DER MENÜSTRUKTUR FÜR EINE SYSTEMFUNKTION	109
ABBILDUNG 49: NICE2- GESAMTAUSWERTUNGSÜBERSICHT	110
ABBILDUNG 50: NICE2- GRAFISCHE DARSTELLUNG DER GESAMTAUSWERTUNGSÜBERSICHT	110
ABBILDUNG 51: NICE2- AUSWERTUNGSÜBERSICHT EINES BEWERTETEN TEILSYSTEMS.....	111
ABBILDUNG 52: NICE2- GRAFISCHE DARSTELLUNG 1 DER AUSWERTUNGSÜBERSICHT FÜR EIN TEILSYSTEM	111
ABBILDUNG 53: NICE2- GRAFISCHE DARSTELLUNG 2 DER AUSWERTUNGSÜBERSICHT FÜR EIN TEILSYSTEM	112
ABBILDUNG 54: NICE2- AUSWERTUNGSÜBERSICHT EINER PHASENBEWERTUNG (MENÜSTRUKTUR) ..	113
ABBILDUNG 55: NICE2- AUSWERTUNGSÜBERSICHT EINER SYSTEMFUNKTION	114
ABBILDUNG 56: GRAFISCHE DARSTELLUNG DER BEISPIELE.....	127

Kapitel 9: Literaturverzeichnis

[Bauknecht, Kneer 2001]

Vorlesung Informationsmanagement.

Institut für Informatik, Universität Zürich

http://www.ifi.unizh.ch/ikm/Vorlesungen/IM2/SS01/IM2_files/Vorlesung/ismgmt_4.pdf

Stand: 06.02.2004

[Bortz / Döring 1995]

Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozialwissenschaften.

Springer Verlag, Berlin, 1995

[BSI 1996]

Guide to in-vehicle information systems.

DD235:1996 British Standards Institute, ISBN 0 580 25871 8

[Campbell et al. 1997] Campbell, J.L., Carney, C., and Kantowitz, B.H.:

Draft Human Factors Design Guidelines for Advanced Traveler Information Systems (ATIS) and Commercial Vehicle Operations (CVO).

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

[DIN EN 894 - 1]

DIN EN 894 - 1 Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen

[Eberleh et al. 1994] Edmund Eberleh, Horst Oberquelle, Reinhard Opperman (Hrsg.)

Einführung in die Software-Ergonomie, 2. Auflage

Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen,

Walter de Gruyter (Berlin), 1994

[ECMT 1995]

Statement of Principles of Good Practice concerning the Ergonomics and Safety of In-Vehicle Information Systems.

Herausgegeben in NEW Information Technologies in the Road Transport Sector.

Policy Issues, Ergonomics and Safety, Seite 35-42,

The European Conference of Ministers of Transport (ECMT), 1995

[EN ISO 9241]

Europäische Norm ISO 9241: Kriterien für das Design ergonomischer Benutzerschnittstellen Teil 1 - 17

[EN ISO 9241-10]

Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part

10: Dialogue principles,

ISO/TC159/SC4, 1996

[European Commission 1997]

Community strategy and framework for the deployment of road transport telematics in Europe.

Proposals for initial action. COM(97)223 final 20.05.1997

[European Commission 2000]

Recommendation of 21st December 1999. On safe and efficient in-vehicle information and communication systems: A European statement of principles on human machine interface.

Official Journal 2000/53/EC, 25th January 2000

[Färber & Färber 1987] Färber Berthold, Färber Brigitte
Anzeige- und Bedienelemente in Kraftfahrzeugen – Kenntnisstand der Grundlagen-
und anwendungsorientierten Forschung.
Forschungsprojekt der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. und der Bun-
desanstalt für Straßenwesen, April 1987

[Grandjean 1991] Grandjean Etienne
Physiologische Arbeitsgestaltung - Leitfaden der Ergonomie.
Ott Verlag, 1991

[Green et al. 1995] Green, P.; Levison, W.; Paelke, G.; Serafin, C.
Preliminary Human Factors Design Guidelines for Driver Information Systems,
Technical Report No. FHWA-RD-94-087.
University of Michigan, Transportation Research Institute, MI, USA, 1995

[Green 1999] Paul Green
The 15-Second Rule for Driver Information Systems.
University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI).
From: Intelligent Transport Society of America Conference Proceedings (CD), 1999

[Green 2000] Paul Green
Crashes Induced by Driver Information Systems and What Can Be Done to Reduce
Them.
University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI), 2000

[Hartung, Bubb 1999]
Das Ergonomiewerkzeug RAMSIS - neue Entwicklungen und Perspektiven.
In: Ergonomische Gestaltungswerkzeuge in der Fahrzeug- und Prozessführung,
DGLR-Bericht 99-02, Seite187-192, Bonn, 1999,
ISBN 3-932182-06-5

[HASTE o.J.]
Human Machine Interface And the Safety of Traffic in Europe - general overview.
<http://www.its.leeds.ac.uk/projects/haste/index.htm>
Stand: 06.02.2004

[ISO/WD 15005]
Road vehicles - Traffic information and control systems - Dialogue management
principles.
Results of Consideration of the Working Document »Dialogue Management « at the
ISO TC22 SC13 WG8 Task Force Meeting, Transport Research Laboratory, February
4, 1997
Draft revised at Paris meeting, March 6th, 1997

[JAMA 1996]
Japan Automobile Manufacturers' Association (1996, September 13).
JAMA's Guideline for Picture Display Equipment (English translation of revised ver-
sion), Tokyo, Japan
(distributed as ISO document ISO/TC22/SC13/WG9/N62)

[Jopke, Lothar o.J.] Jopke K., Lothar M.
Remote and Distributed Software Engineering.
http://caprice.dlr.de/redise/pdf/EKA_final.pdf
Stand: 06.02.2004

- [Kopf et al. 1999]
 RESPONSE Checklist for theoretical Assessment of Advanced Driver Assistance Systems.
 European Commission DG XIII: Project TR4022 Deliverable:D4.2, September 1999
- [Mutschler 1998a]
 Untersuchung des Bewertungsverfahrens NICE, Zwischenbericht.
 Beratungsbüro für Ergonomische Fragen, Karlsruhe, Oktober 1998
- [Mutschler 1998b]
 Untersuchung des Bewertungsverfahrens NICE, 2. Zwischenbericht.
 Beratungsbüro für Ergonomische Fragen, Karlsruhe, November 1998
- [Nirschl, Blum 1999]
 MMI-Prüfliste – Verfahren und Werkzeug zur Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen im Kraftfahrzeug.
 FAT/BASSt-Symposium "Informations- und Assistenzsysteme im Auto benutzergerecht gestalten" am 1.Juli 1999 in Bergisch Gladbach.
 Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe "Mensch und Sicherheit", Heft M116, Seite 42-49
- [Noy o.J.]
 IHRA – International harmonized research activities.
 Report of working group on intelligent transport systems (ITS)
- [Parnow 2000]
 Quality Gates der Ergonomie in der Fahrzeugentwicklung.
 Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M116, Seite 10-14, Bergisch-Gladbach, Februar 2000
- [Polson et al. 1992] Polson, P.G.; Lewis, C.; Wharton, C.
 Cognitive walkthroughs: a method for the theorybased evaluation of user interfaces.
 International Journal of Man-Machine Studies 36, Seite 741-773
- [Popp, M.M. 1996]
 Spracheingabesysteme für den Einsatz im Kfz.
 In: Interaktive Informationssysteme in Fahrzeugen und Leitstellen,
 DGLR-Bericht 96-02, K.-P. Gärtner (Hrsg.), Seite 229-235
 Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, Bonn, 1996
- [PRO-GEN 1990]
 The PRO-GEN Safety Group Traffic Safety Checklist.
 Stockholm-Solna, PROMETHEUS Office, Stuttgart, 1990
- [PROMETHEUS 1991]
 PROMETHEUS WG4 MMI Checklist, Version 2.1.
 PROMETHEUS Office, Stuttgart, Februar 1991
- [Quimby et al. 1996] Quimby, A.; Watts, D.; Pethwick, J.
 Human Machine Interface Safety Checklist for IVIS: Scoring Proforma (Draft).
 Project Report, Safety and Environment Resource Centre, Transportation Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, UK, 1996

[SAE 2000]

SAE Recommended Practice: Navigation and Route Guidance Function Accessibility While Driving (SAE 2364).

Januar 2000

[Schirmer 2000] Schirmer Jürgen

Beurteilung des NICE-Prüfverfahrens.

Februar 2000

[Schmidtke 1981] Schmidtke Heinz

Lehrbuch der Ergonomie.

Carl Hanser Verlag München - Wien, 1981

[Southall, Robertson 1994]

Code of Practice and Design Guidelines.

Department of Transport CEN TC 278/WG10 N16, Großbritannien, Januar 1994

[Tijerina et al. 1998] Tijerina, L., Palmer, E., and Goodman, M.J.

Driver Workload Assessment of Route Guidance System Destination Entry While Driving.

A Test Track Study, Proceedings of the 5th ITS World Congress, Berlin, Germany

[UNECE 1997]

Guidelines for design and installation of information and communication systems in motor vehicles.

Proposal for draft amendments to the consolidated resolution on the construction of vehicles (R.E.3) Annex 16, TRANS/WP.29/1998/28, 22nd December 1997

[VDE/ITG 9.4.1.01]

ITG-Prüfverfahren zur Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit von Telekommunikationsendgeräten und -systemen.

Richtlinie mit Stand vom 31.10.1995, VDE Verlag, Berlin-Offenbach, 1995

[Wierwille, W.W. 1995]

Development of an initial Model Relating Driver In-Vehicle Visual Demands to Accident Rate.

Proceedings of the 3rd Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference, Seite 1 - 7, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA