

# Untersuchung von Anzeige- und Bedienelementen im Elektrofahrzeug

Arvid Braumann<sup>1</sup>, Heidi Krömker<sup>2</sup>, Eva Berner<sup>1</sup>

Ergonomie und Bedienkonzept, Volkswagen AG<sup>1</sup>  
FG Medienproduktion, TU Ilmenau<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Elektro- und Hybridfahrzeuge benötigen neuartige Anzeige- und Bedienelemente, mit denen die Nutzer neue Fahraufgaben bewältigen müssen. Bereits in Serie befindliche Fahrzeuge realisieren diese Elemente mit unterschiedlichen Konzepten. Da es keine Studien gibt, die sich mit den neuen Aufgaben und den zur Erfüllung stehenden notwendigen Funktionen beschäftigen, wurde die Relevanz vorhandener Anzeigen für die Fahraufgabe analytisch bestimmt. In einer empirischen Studie wurden an zwei Tagen neue Funktionen von Serienfahrzeugen durch potenzielle Nutzerinnen und Nutzer (N=26) exploriert und evaluiert. Die durchgeführte Nutzer- und Aufgabenanalyse lieferte das notwendige Erfahrungswissen, um die Ergebnisse der Studie zur Ableitung von Gestaltungshinweisen zu nutzen. Die Gestaltungshinweise geben eine Antwort auf die Frage der Anordnung im Sichtfeld des Fahrers, den Informationsinhalt, den die Funktionen liefern, und wie diese präsentiert werden sollen.

## 1 Forschungsziel

Es ergeben sich aufgrund der vollständigen oder teilweise stattfindenden Elektrifizierung des Antriebs für die Fahrerin oder den Fahrer neue Herausforderungen. Die Einschränkung der Reichweite sowie die Notwendigkeit des Ladens der Batterie führen zu neuen Aufgaben für die Nutzer. Diese müssen in die Fahraufgabe integriert werden und mit neuen Anzeige- und Bedienelementen komfortabel ausführbar sein. Ziel ist es, die Ablenkung vom Verkehr und der Umwelt zu vermeiden.

Die vorliegende Untersuchung fokussiert drei Kernfragen:

1. Welche neuen Teilaufgaben müssen in die Fahraufgabe integriert werden?
2. Welche Anzeige- und Bedienelemente sind für diese Teilaufgaben notwendig?
3. Wie sollen diese Anzeige- und Bedienelemente gestaltet werden?

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Relevante Konstrukte

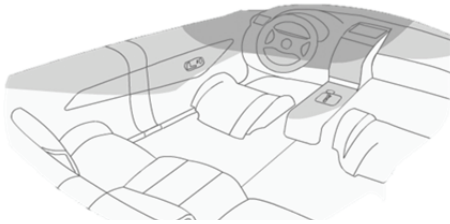


Abbildung 1: Verteilung primäres (dunkelgrau), sekundäres (grau) und tertiäres (hellgrau) Sichtfeld im Fahrzeug

Die *Fahraufgabe* kann in eine Primäraufgabe, die eigentliche Fahrzeugführung, in Sekundäraufgaben, die die Primäraufgabe unterstützen, und in Tertiäraufgaben, die für die Fahrt nicht zwingend notwendig sind, unterteilt werden. (Geiser 1985 & Bubb 1992)

*Anzeige- und Bedienelemente* werden im Fahrzeug nach ihrer Wichtigkeit in primären, sekundären und tertiären *Sicht- und Erreichbarkeitsfeldern* platziert, welche durch digitale Menschmodelle bestimmt werden können

(Seidl 1993). In Abbildung 1 ist beispielhaft das primäre Sichtfeld (dunkelgrau) aus Sicht des Fahrers abgebildet. Das sekundäre (grau) und tertiäre (hellgrau) Sichtfeld ergibt sich durch eine Kopfbewegung bzw. der Bewegung von Kopf und Oberkörper.

### 2.2 Bisherige Forschung

Bisherige Studien, die sich mit der Gestaltung von elektrofahrzeugspezifischen Anzeige- und Bedienelementen beschäftigen, sind im Folgenden zusammengefasst:

	Wellings et al. (2011) & Woodcock et al. (2012)	Strömberg et al. (2012)
Untersuchungsgegenstand	Anzeige- und Bedienelemente in Studienfahrzeugen	Zwei unterschiedliche Gestaltungsansätze für ein Kombiinstrument
Methode	Quantitative Analyse von Studienfahrzeugen anhand von Beschreibungen, Bildern und Nutzerkommentaren in Online-medien	Vergleichsstudie mit zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern in einem Fahrsimulator mit Fahraufgabe
Ergebnis	Wichtige Funktionen: Reichweiten-Anzeige, Energiestand-Anzeige, Informationen über den Ladefortschritt, Informationen über die Fahrbereitschaft und ein Feedback zum momentanen Fahrstil	Das konventionelle Konzept für ein Kombinationsinstrument wurde besser bewertet als das unkonventionelle Grafikdisplay. Die Teilnehmer sollten Vorkenntnisse in Bezug auf Elektromobilität haben.

Tabelle 1: Bisherige Veröffentlichungen zum Thema „Anzeigen in Elektrofahrzeugen“ im Überblick

Die bisherigen Veröffentlichungen geben keine Antwort auf die Frage, wo die Anzeige- und Bedienelemente, in Abhängigkeit von ihrer Relevanz für die Fahraufgabe und unter Berücksichtigung

sichtigung des Sichtfeldes eines Fahrers, platziert werden und worauf bei der Gestaltung geachtet werden muss.

### 3 Methodisches Vorgehen

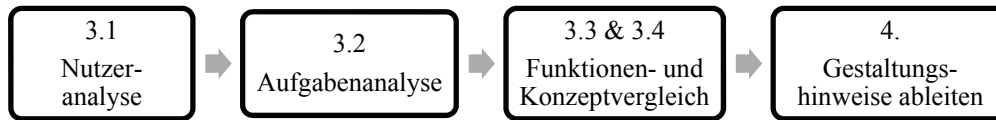


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen, um die Kernfragen für das Forschungsziel zu beantworten

Es wurde die Methode des komparativen Usability-Testings gewählt (Dumas & Fox 2012), um die Erkenntnisse sowie das Erfahrungswissen aus der Nutzer- und Aufgabenanalyse in die Ableitung von Gestaltungshinweisen einfließen zu lassen.

#### 3.1 Nutzeranalyse

Als erste größere Käuferschicht wird ab 2015 die „early majority“ gesehen. Diese zeichnet sich durch ein hohes Einkommen aus. Elektrofahrzeuge werden als Zweit- oder Drittwagen gekauft. Nur 10-15% dieser Gruppe werden keine Möglichkeit haben, das Auto zu Hause oder am Arbeitsplatz zu laden, sondern werden als „Laternenparker“ auf eine öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen sein (Matthies et al. 2010). Der Umweltgedanke wird eine bedeutende Rolle für die Kaufentscheidung spielen. Das Fahrzeug soll umweltfreundlich sein und die Chance bieten, das eigene Fahrverhalten zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen, um energiesparender zu fahren. Die Nutzerinnen und Nutzer, die sich über alle Altersgruppen verteilen, zeichnen sich außerdem durch ein großes Interesse an Technik aus (Kortus-Schultes et al. 2010).

#### 3.2 Aufgabenanalyse

Die nach Geiser (1985) und Bubb (1992) vorgenommene Einteilung der Fahraufgabe in Primär-, Sekundär- und Tertiäraufgaben war Grundlage für die Integration der neuen Aufgaben. Betrachtet wurden die Kernaufgaben:

- Navigieren, Führen und Stabilisieren des Fahrzeuges unter Berücksichtigung der limitierten Reichweite und Leistung
- Sekundäraufgaben, die zur Erfüllung der Primäraufgabe notwendig sind und sich durch die Elektromobilität ergeben
- Sekundär- und Tertiäraufgaben, die sich mit dem Ladevorgang des Fahrzeugs beschäftigen

#### 3.3 Funktionen- und Konzeptvergleich

Für die Untersuchung sollten nur Serienfahrzeuge herangezogen werden. Daraus resultierend können bereits ausgereifte Konzepte bewertet werden. Es handelt sich um reine Elektrofahr-

zeuge (*Nissan Leaf*, *Mitsubishi i-MiEV*, *Renault Twizy*, *Renault Fluence*, *Renault Kangoo* und *Tesla Roadster*), Mild-Hybrid- (*Ford Fusion* und *Hyundai Sonata*) und Plug-In- Hybridfahrzeuge (*Opel Ampera* und *Toyota Prius*).

Unteraufgaben, die aufgrund der Elektromobilität entstehen, werden durch bestimmte Funktionen unterstützt. Wesentliche Aufgaben wurden in Tabelle 2 eingeordnet und in Zusammenhang mit unterstützenden Funktionen gebracht.

	Aufgabe	Teilaufgabe im Elektrofahrzeug	Funktion
Primäraufgabe	Navigation	Reichweitenorientierte Wegewahl	Leistungs-, Energiestand- und Reichweiten-Anzeige
	Führung / Manöver	Leistungsabhängiges Überholmanöver	Leistungsvorausschau; Energiefluss-Anzeige; Feedback zum Fahrstil; Rekupe-rations-Anzeige und -stufen
	Stabilisierung	Verzögern des Fahrzeuges durch Rekupe-ration	
Sekundäraufgabe		Sound aktivieren	Fahrprofile; Fahrbereitschafts-Inszenierung und -Symbol; Feedback zum Ladevorgang
Tertiäraufgabe	Information	Ladestation finden	
	Komfort	Klimaanlage drosseln	Lade-Timer
	Unterhaltung		
	Fahrzeugzugang	Ladeklappe öffnen	

Tabelle 2: Einteilung der Fahraufgabe in Primär-, Sekundär- und Tertiäraufgabe nach Geiser (1985) und Bubb (1992) und Zuordnung der neuen elektrofahrzeugspezifischen Aufgaben und Funktionen

### 3.4 Design der Vergleichsstudie

Entsprechend den Merkmalen aus der Nutzeranalyse wurden 26 Personen ausgewählt. Diese wiesen die von Strömberg et al. (2012) geforderten Vorkenntnisse in Bezug auf Elektromobilität auf. Aufgrund des Funktionsumfangs wurde die Studie auf zwei Tage verteilt. Dementsprechend konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Funktionen am stehenden Fahrzeug innerhalb des ersten Tages ohne Zeitdruck explorieren und auch die in Tabelle 2 genannten sekundären und tertiären Teilaufgaben unterstützenden Funktionen evaluieren. Funktionen für die primäre Fahraufgabe sollten am zweiten Tag bei einer Fahrt über ein Testgelände in Wolfsburg bewertet werden. Jede Testperson absolvierte die gleiche Strecke im Rahmen der Fahraufgabe mit allen zehn Fahrzeugen. Die untenstehende Tabelle zeigt den

Untersuchungsgegenstand sowie das Ineinandergreifen der quantitativen und qualitativen Methoden.

Untersuchungsgegenstand	Anzeige- und Bedienkonzepte von zehn Serienfahrzeugen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anordnung im Sichtfeld</li> <li>• Informationsinhalt</li> <li>• Präsentation der Information</li> </ul>
Methode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitativ: Bewertung auf sechsstufiger Likert-Skala</li> <li>• Qualitativ: Freie Kommentare und Reflektion der Ergebnisse in Gruppendiskussionen</li> </ul>

Tabelle 3: Methode des Komparativen Usability-Testing

## 4 Ergebnisse

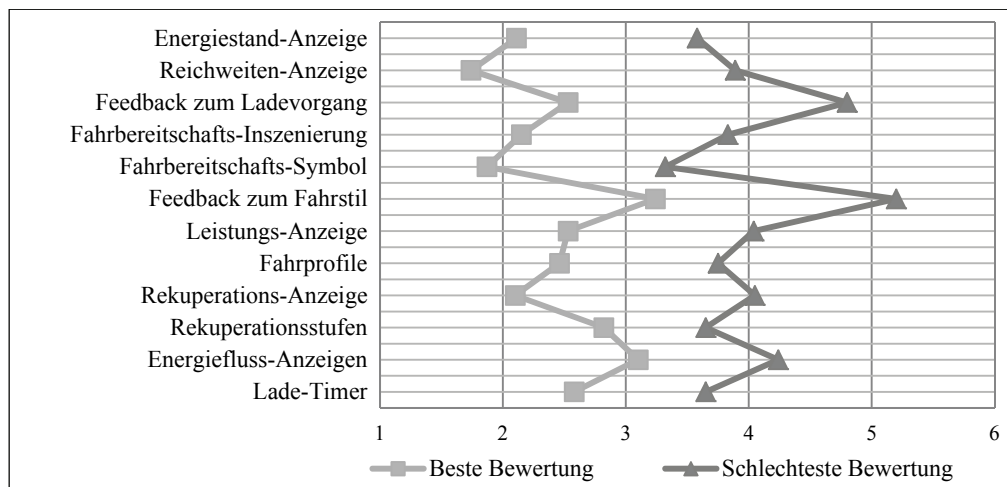
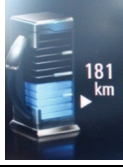



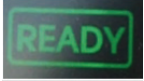











Abbildung 3: Übersicht der Differenz zwischen bester und schlechtester Bewertung durch die Teilnehmer (Mittelwerte, N=26). Funktionen sortiert nach ihrer Relevanz für die Fahraufgabe

Die Konzepte wurden im Hinblick auf ihre Bewertung untersucht. Gut bewertete Konzepte hatten gemeinsame Merkmale, die in Tabelle 4 zusammengestellt sind:

<b>Energiestand- und Reichweiten-Anzeige</b>			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr hohe Relevanz für die primäre Fahraufgabe der Navigation</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primäres Sichtfeld, da für den Nutzer immer wichtig</li> <li>• Permanent sichtbar</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiestand (in %) und Reichweite (in km) sollten aufgrund der inhaltlichen Abhängigkeit zusammen angezeigt werden</li> <li>• Diese Werte müssen kontinuierlich aktualisiert werden</li> <li>• Ursachen für plötzliche Änderungen müssen nachvollziehbar sein (An-/Abschalten von Verbrauchern wie der Klimaanlage)</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relationale Anzeigen werden bevorzugt</li> <li>• Diskrete Darstellung des Energiestands in Segmenten wird bevorzugt</li> </ul>		
<b>Bewertung Energiestand-Anzeige</b>			
	<p>Beste Bewertung (2,11)</p> <p>„Optisch ansprechende Batterie und Tanksäule“; „Positiv: Fahrzeug zeigt Antriebsquelle an, entweder Batterie-symbol oder Tanksäule im Vordergrund“</p>	<p>Schlechteste Bewertung (3,58)</p> <p>„Getrennte Energiestände, Zahlenangaben fehlen“; „Zu viel Spielerei“; „Unterteilung fehlt“</p>	
<b>Bewertung Reichweiten-Anzeige</b>			
	<p>Beste Bewertung (1,74)</p> <p>„Gut, da bei Füllstand“</p> <p>„Positiv: Gut sichtbar, direkt bei Energiestand-Anzeige“</p>	<p>Schlechteste Bewertung (3,89)</p> <p>„Nicht permanent sichtbar einstellbar“; „Reichweiten-Anzeige sollte bei Anzeige 'Ladestand' sein“;</p>	
<b>Fahrbereitschafts-Inszenierung und -Symbol</b>			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Relevanz für die Sekundäraufgabe „Fahrzeug starten“</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primäres Sichtfeld, da für Startphase von hoher Bedeutung</li> <li>• Fahrbereitschafts-Symbol sollte eine prominente Position haben und permanent sichtbar sein</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ersatz des fehlenden Anlass- bzw. Motorengeräuschs</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phase des Anlassens: visuelle Präsentation auditiv unterstützen</li> <li>• Eindeutige Differenzierung zur Phase des Fahrens</li> <li>• Phase des Fahrens: permanente visuelle Präsentation der Information</li> <li>• Für beide Phasen ist es wichtig, dass sie sich von den anderen Elementen im primären Sichtfeld abheben</li> </ul>		

<b>Bewertung Fahrbereitschafts-Inszenierung</b>			
Beste Bewertung (2,21) „Gut, aber zu verspielt“; „Sound zu verspielt“; „Gut erkennbar, aber fast schon zu viel“		Schlechteste Bewertung (3,71) „Ready-Anzeige zu kurz“; „Ready-Anzeige schlecht positioniert“	
<b>Bewertung Fahrbereitschafts-Symbol</b>			
	Beste Bewertung (2,15) „Symbol klar lesbar und eindeutig, aber zu viele Infos drum herum“	Slechteste Bewertung (3,32) „Ready-Symbol erst mal schwer zu finden“; „Sollte grün sein“	
<b>Feedback zum Ladevorgang</b>			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Relevanz für Sekundär- und Tertiäraufgaben, da ein erfolgreicher Ladevorgang wichtig ist</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Außerhalb vom Fahrzeug, an der Ladedose</li> <li>Erklärung der Zustände im Ladedosendeckel</li> <li>Sichtbarkeit von außen muss gegeben sein</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feedback zum Ladevorgang und Ladestatus</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Typische Zustände des Ladevorgangs (Verbindung hergestellt, Ladevorgang gestartet, Ladevorgang beendet, Fehler aufgetreten, etc.) müssen eindeutig codiert sein</li> </ul>		
	Beste Bewertung (2,24) „Ladevorgang sehr schön durch zwei verschiedene Leuchtfarben am Stecker angezeigt“	Slechteste Bewertung (4,80) „Nur Symbol Kabel/ Stecker → zu wenig“; „Rotes Ladefeldsymbol → schlecht“	
<b>Leistungs- und Rekuperations-Anzeige</b>			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringe Relevanz für Primäraufgabe, aber hohe Motivation der Nutzergruppe, diese Anzeigen zu nutzen</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im primären Sichtfeld, da wenig Ablenkung erfolgen soll</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feedback zum Verbrauch/Rekuperieren</li> <li>Der Vorgang des Rekuperierens muss angezeigt werden</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zustand des Rekuperierens sollte ohne exakte Skalierung angezeigt werden</li> <li>Leistungsanzeige: Für Hybride sollte ein Übergangsbereich der Motoren visualisiert sein</li> </ul>		
<b>Bewertung Leistungs-Anzeige</b>			
	Beste Bewertung (2,53) „Einfach, klar, verständlich“	Slechteste Bewertung (4,04) „Besser etwas größer (vgl. Drehzahlmesser bei konventionellem Antrieb)“; „Nicht sofort verständlich“	

Bewertung Rekuperations-Anzeige			
Beste Bewertung (2,10) „Direkt in kW“		Schlechteste Bewertung (4,05) “Zu wenig sichtbar”; „Kreisanzeige bei HV Batterie“	
Feedback zum Fahrstil			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringe Relevanz für Primäraufgabe, aber hohe Motivation des Nutzers, ökologisch zu fahren</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primäres Sichtfeld, da ohne Aufwand gewünscht für den Fahrer gewünscht</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feedback sollte konkrete Handlungsempfehlungen zur Optimierung des Fahrverhaltens geben</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information zur Änderung sollten textlich formuliert werden</li> </ul>		
	Beste Bewertung (3,24) „Eco Tree überflüssig, nicht leicht verständlich“	Slechteste Bewertung (4,00) “Anzeige unverständlich”	
Fahrprofile			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedrige Relevanz für Sekundäraufgabe, aber Motivation des Nutzers, die Fahrzeugeigenschaften anzupassen</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im primären Sichtfeld das Feedback und im sekundären Sicht-/Greifbereich das Bedienelement</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Änderung und Auswirkung auf Fahrzeugeigenschaft</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Textliche Differenzierung zwischen Fahrprofilen</li> </ul>		
	Beste Bewertung (2,28) „Fahrprofile → Wording "Halten"?“; „Toggeln/ Feedback im Kombi“	Slechteste Bewertung (3,79) „Blue-Schalter am Lenkrad? → unklar“; „Keine gefunden“	
Energiefluss-Anzeigen			
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedrige Relevanz für Primäraufgabe, aber Inszenierung der Elektromobilität</li> </ul>		
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anordnung im sekundären Sichtfeld, da Ablenkung von der primären Fahraufgabe</li> </ul>		
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Energieströme von/zu den Motoren</li> </ul>		
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klare und nicht-technische Darstellung</li> <li>Farbliche Trennung der Energieflüsse</li> </ul>		
	Beste Bewertung (3,10) „keine permanente Energieflussanzeige“; „zu ungenau“	Slechteste Bewertung (4,25) „s/w Display stellt ein großes Risiko für die Datenvisualisierung dar“	




Rekuperationsstufen		
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedrige Relevanz für die primäre Fahraufgabe „Stabilisieren“</li> </ul>	
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Primären Sichtfeld das Feedback und im sekundären Sicht-/Greifbereich das Bedienelement</li> </ul>	
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswirkung der Rekuperationsstufen</li> </ul>	
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendete Abkürzungen müssen erklärt werden</li> </ul>	
	Beste Bewertung (2,82) „Was ist C?“ „Bis auf D,B,C alles gut verständlich“	Schlechteste Bewertung (4,89)
Lade-Timer		
Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedrige Relevanz für Primäraufgabe</li> </ul>	
Anordnung im Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im sekundären Sichtfeld bzw. über externe Medien</li> </ul>	
Informationsinhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitgesteuertes Laden auf bestimmten Energiestand</li> </ul>	
Präsentation der Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komplexität vermeiden und nur Parameter abfragen, die der Nutzer kennt</li> </ul>	
Beste Bewertung (2,58) „Sehr komplex, aber ok“; „Zu kompliziert“	Schlechteste Bewertung (3,67) „Nicht gefunden“; „Zu kompliziert“	

Tabelle 4: Gestaltungshinweise und Bewertungen der Funktionen

## 4.1 Diskussion und Fazit

Durch die Einordnung neuer Funktionen in die Fahraufgabe konnte eine erste Priorisierung der Funktionen im Hinblick auf die Anordnung im Sichtfeld, den Informationsgehalt und die Visualisierung vorgenommen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Funktionen sehr unterschiedlich wahrgenommen und bewertet werden, es aber keine vollkommen zufriedenstellende Gestaltungslösung gibt. Das Feedback zum Fahrstil ist allgemein schlecht bewertet worden, weil die Information nicht direkt als Handlungsempfehlung, sondern indirekt über Metaphern gegeben wurde. Die Rekuperationsstufen, die es ermöglichen, die Bremsenergie zurück zu gewinnen, sollten den Fahrer nicht dazu ermutigen, mehr als notwendig zu bremsen, da dies energetisch ein Nachteil ist. Neu eingeführte Fahrstufen, die die Rekuperation in verschiedenen Ausprägungen anbieten, wurden nicht verstanden. Dieser Umstand lässt darauf schließen, dass die Nutzer besser an neue Technologien und Funktion herangeführt werden müssen. Hierbei ist viel Potential vorhanden, das Bedürfnis der Nutzer durch bessere Konzepte zu befriedigen. Die Energiefluss-Anzeige ist eine für die Primäraufgabe unwichtige Anzeige. Wichtige Anzeigen sollten die für den Fahrer und die Aufgabe notwendigen Informationen reduziert und sehr genau darstellen.

## 4.2 Einschränkungen

Bei den Teilnehmern der Vergleichsstudie handelte es sich ausschließlich um Angehörige des Volkswagen Konzerns. Diese entsprachen dem Profil der Nutzeranalyse, jedoch hatten sie keinen unmittelbaren Bezug zu dieser Studie. Zudem konnte keine Rücksicht auf interkulturelle Unterschiede hinsichtlich der Bewertung der Bedienkonzepte genommen werden. Die Gestaltungshinweise beziehen sich daher ausschließlich auf Fahrzeuge für den deutschen Markt.

### Literaturverzeichnis

- Bubb, H. (1992). *Menschliche Zuverlässigkeit: Definitionen, Zusammenhänge, Bewertung*. Heidelberg: Hüthig Jehle Rehm.
- Dumas, J. & Fox J. (2012). *Usability Testing*. In: Jacko J. A. (Hrsg): *Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications* [3rd Edition]. London: CRC Press. S. 1222-1237.
- Geiser, G. (1985). *Mensch-Maschine-Kommunikation im Kraftfahrzeug*. *Automobiltechnische Zeitschrift* 87, 77-84.
- Kortus-Schultes, D., Olschewski, I. & Küppers, J. (2010). *Wer warum elektrisch fährt. Elektrofahrzeuge*. *Autohaus* Band 21, 28-29.
- Matthies G., Stricker K. & Traenckner J. (2010). *Zum E-Auto gibt es keine Alternative*. online, Bain & Company.
- Seidl, A. (1993). *Das Menschmodell RAMSIS – Analyse, Synthese und Simulation dreidimensionaler Körperhaltungen des Menschen*. Dissertation, TU München.
- Strömberg, H., Andersson, P., Almgren, S., Ericsson, J., Karlsson, M. & Näbo, A. (2011). *Driver Interfaces for Electric Vehicles*. *Automotive UI '11*, 29.11.-02.12.2011, Salzburg, Österreich.
- Wellings, T., Binnersley, J., Robertson, D. & Khan, T. (2011). *Human Machine Interfaces in Low Carbon Vehicles*. *Market Trends and User Issues*. *Low Carbon Vehicle Technology Project: Workstream 13*, Document No.: HMI 2.1.
- Wellings, T., Williams, M., Attridge, A., Binnersley, J., Robertson D. & Khan, T. (2011). *HMI and the User Experience in Low Carbon Vehicles*. In: *Proceedings of the International Workshop on User Experience in Cars at 13th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction*. Lissabon. S. 10-14.
- Woodcock, A., Wellings, T. & Binnersley, J. (2012). *A review of HMI issues experienced by early adopters of low carbon vehicles*. In: Stanton, N. A. (Hrsg.), *Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation*. Boca Raton: CRC Press. S. 20-29.

### Kontaktinformationen

Arvid Braumann  
Volkswagen Aktiengesellschaft