

Alexander Peters, Roland Spies, Claude Toussaint, David Fuxen und Werner Hamberger

Haptisches Touchpad zur Infotainmentbedienung

1. Herausforderungen der Menüinteraktion im Fahrzeug

Dem Zuwachs an Anzeige- und Bedienelementen in modernen Kraftfahrzeugen begegnen Automobilhersteller mit zentralen menügeführten Infotainmentsystemen. Für deren Bedienung zeichnen sich auf dem Markt zwei Kategorien ab: solche mit kombiniertem und solche mit abgesetztem Anzeige- und Bedienort.

Die erste Kategorie mit kombiniertem Anzeige- und Bedienort wird durch Touchscreens auf dem Markt repräsentiert. Die zweite Variante wird meist mit Dreh-Drück-Stellern bzw. Dreh-Drück-Schiebestellern, welche durch zusätzliche Tasten ergänzt sind, realisiert. Neuester Stand der Technik ist ein redundantes Touchpad zur direkten Eingabe alphanumerischer Zeichen per Handschrift bzw. weiterer zweidimensionaler Aufgaben wie das Verschieben der Navigationskarte, wie es im neuen Audi MMI angeboten wird (Hamberger & Gößmann, 2009).

Als Lösungsansatz zur weiteren Reduktion der Bedienelemente und einer Beibehaltung der für Dual Task-Anwendungen vorteilhaften Trennung zwischen Anzeige und Bedienung wurde von der designaffairs GmbH und dem Lehrstuhl für Ergonomie für die Audi AG ein Touchpad mit haptisch adaptiv veränderlicher Oberfläche, im weiteren Beitrag als haptisches Touchpad bezeichnet, entwickelt. Im Folgenden wird auf den Aufbau, das Bedienprinzip sowie daraus resultierende neue Interaktionskonzepte eingegangen.

2. Haptisches Touchpad

Die Idee bei der Entwicklung des haptischen Touchpads (HTP) liegt in der taktilen Abbildung grafischer Displayinhalte. Bildelemente sollen auf dem Touchpad erfühlbar sein, sodass diese blind ertastet und durch Drücken manipuliert bzw. ausgelöst werden können. Dies ermöglicht eine Bedienung auf einer freien, zweidimensionalen Eingabefläche analog zur Touchscreenbedienung bei dennoch getrennter Anzeige und Bedienung. Auf dem Display dargestellte grafische Buttons werden als reale, drückbare Tasten erhoben auf dem Touchpad abgebildet (siehe Bild 1). Dies gewährleistet ein direktes Mapping zwischen Anzeige und Bedienung und erfüllt somit die Anforderung nach einer kompatiblen Gestaltung. Um eine große Flexibilität in der Bedienkonzeptgestaltung zu erhalten, soll die haptische Auflösung der Touchpadoberfläche möglichst hoch sein.

Das technische Konzept für den Bau eines HTP-Prototypen besteht aus drei Technologien: Braille – zur situativen Abbildung haptisch erfühlbarer Oberflächenstrukturen, Infrarot – zur Detektion der X,Y-Fingerposition, Force-Sensing-Resistor (FSR) – zur Detektion der Betätigungskraft.

Es wird die HyperBraille-Technologie verwendet, deren ursprünglicher Verwendungszweck die Realisierung von Blindendisplay ist (Hyperbraille, 2010). Dadurch lassen sich Oberflächen in beliebiger Größe durch Aneinanderreihung einzelner Module bauen. Ein solches Modul besteht aus zehn Pins, im Abstand von 2,5 mm in einer 2x5 Matrix angeordnet. Jeder Pin kann mittels Piezoaktuatoren 0,8 mm aus der Oberfläche angehoben und wieder versenkt werden. Den schematischen Aufbau zeigt Bild 2.



Bild 1: Haptisches Touchpad – Konzeptidee

Das Bedienelement besteht aus einer Matrix von 20x5 Braillemodulen. Damit können 1200 Pins auf einer Touchfläche von 10x7,5 cm einzeln gesteuert werden (siehe Bild 3). Um eine ästhetische Oberfläche zu erzeugen sowie aus Gründen der Schmutzresistenz verfügt der Aufbau über ein auswechselbares, wasserabweisendes Laminat. Das haptische Touchpad wird zu Testzwecken in einem Fahrzeug an Stelle des herkömmlichen Dreh-Drück-Stellers verbaut.

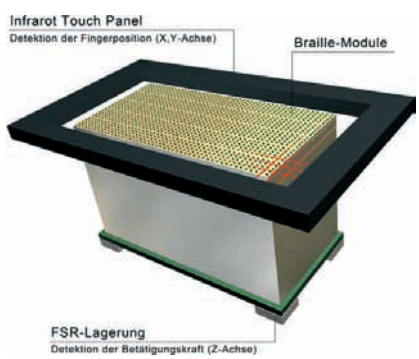


Bild 2: Technisches Konzept

3. UI-Konzepte und Potenziale für die Interaktion

Ziel ist es, mit dem haptischen Touchpad bisherige Aufgaben eines Infotainmentmenüs bedienen zu können und darüber hinaus eine flexiblere Interaktionsgestaltung zu ermöglichen. Dabei soll das neue Bedienelement als alleiniges Interaktionsmittel für sämtliche Infotainmentaufgaben dienen und somit herkömmliche Lösungen wie beispielsweise Dreh-Drück-Steller ersetzen.

Als Standardaufgaben derzeitiger Infotainmentmenüs lassen sich folgende Typen auflisten:

- Auswahl Aufgabe (9 Optionen); z. B. Menüauswahl
- Auswahl Aufgabe (>9 Optionen); z. B. Liste
- Verschieben/Einstellen (eindimensional); z. B. Bass
- Verschieben/Einstellen (zweidimensional); z. B. Fader/Balance

Desweiteren existieren noch sogenannte freie Interaktionsaufgaben, welche eine flexible Eingabemaske benötigen und daher mit den bisherigen Dreh-Drück-Stellerlösungen nur sehr umständlich oder gar nicht zu bedienen sind, wie beispielsweise die Selektion von Points Of Interest in einer Karte oder das Bedienen eines Internetbrowsers.

3.1 Taktile Touchelemente (T-Widgets)

Als Grundbausteine für die Entwicklung der Interface-Masken für das haptische



Bild 3: Prototyp (HTP)

Touchpad werden taktile Elemente definiert. Hierzu werden in Anlehnung an grafische Widgets taktile Pendants gesucht. Diese werden im Weiteren als taktile Widgets (T-Widgets) bezeichnet. Für die T-Widgets werden die vier Gruppen Tasten (Buttons), Schieber (Sliders), Drehrad (Wheels) und X,Y Flächen festgelegt (Spies et. al, 2009). Bei der Umsetzung der T-Widgets gibt es unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die Formgebung können T-Widgets zusätzlich Information übermitteln. Tasten können beispielsweise rechteckige oder auch komplexere Strukturen, wie z.B. dreieckige Formen, aufweisen. Taktile Widgets können außerdem entweder als Vollfläche oder nur als Kontur dargestellt werden.

3.2 Gestaltung des grafischen und haptischen Layouts

Mit Hilfe der T-Widgets ist ein sehr flexibles Baukasten-System für die Gestaltung der Eingabemasken gegeben. Bei Dreh-Drück-Stellern bestehen Eingabemasken meist aus Listen. Diese tragen der Eindimensionalität des Bedienteils Rechnung und können somit oft nicht hinsichtlich der zu Grunde liegenden Aufgabe optimiert werden. Die flexibel situativ anpassbaren Oberflächenstrukturen des haptischen Touchpads erlauben dagegen für jedes Hauptmenü eine eigene, den jeweiligen Aufgaben angepasste Interface-Maske. Sie ermöglichen außerdem das Imitieren von bekannten Interaktionskonzepten. Damit kann die Einstiegs- maske der Radioapplikation z. B. das Look and Feel eines traditionellen Autoradios aufnehmen. Das Telefon kann dagegen beispielsweise über einen Nummernblock realisiert werden. Bild 4 zeigt die Umsetzung der MP3-Player Applikation.

3.3 Interaktionspotenziale und Herausforderungen

Das haptische Abbilden von grafischen Bildschirminhalten bietet neben den be-

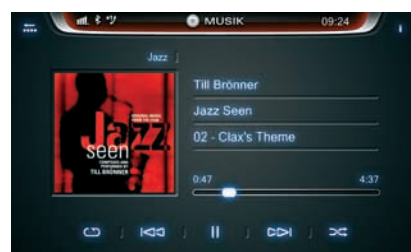


Bild 4: Layout für MP3-Player

reits genannten Freiheiten in der Gestaltung von Interface-Masken auch völlig neue Interaktionspotenziale. Beim Kartenhandling des Navigationsmenüs zeigt sich z. B. eine große Stärke des haptischen Touchpads: die parallele Bedienbarkeit unterschiedlicher Funktionen. Auf der Karte platzierte Funktionen für Zoom oder Kartendarstellungsoptionen sind über entsprechend zugeordnete taktile Widgets direkt steuerbar, eine Menünavigation zu diesen Funktionen ist nicht nötig. Besonders deutlich wird dieses Potenzial bei der Realisierung von Splitscreen-Situationen. So ist es beispielsweise denkbar, eine im Hintergrund laufende CD parallel zur geöffneten Navigationskarte anzuzeigen. Sowohl Medieninhalte als auch Navigationskarte können über das haptische Touchpad gleichzeitig direkt manipuliert und gesteuert werden (siehe Bild 5).

Neben den neuen Möglichkeiten in der Interaktionsgestaltung wird der Interface-Entwickler aber auch mit neuen Herausforderungen konfrontiert, z. B. hinsichtlich der taktilen UI-Gestaltung und dem Zusammenspiel mit der grafischen Oberfläche. Die Beschreibung der folgenden zwei Use-Cases soll dies verdeutlichen.

Auf der Navigationskarte dargestellte Points Of Interest können taktil auf dem Touchpad als kleine Tasten abgebildet werden. Soll die Navigation zu Point Of Interest XY gestartet werden (freie Interaktionsaufgabe), muss die entsprechende Taste erst erfühlt und dann gedrückt werden.

Die Points Of Interest befinden sich dabei in keinem fixen Raster und ändern Ihre Position analog zum gewählten Kartenausschnitt (siehe Bild 6). Die Orientie-



Bild 5: Splitscreen-Situation

rung beim Finden einer Taste könnte hier beispielsweise durch einen grafischen Pointer, der die Fingerposition anzeigt, verbessert werden. Bei welchen Use-Cases und in welcher Form grafische Pointer sinnvoll die Bedienung unterstützen können, müssen weitere Tests und Varianten zeigen.

Das haptische Touchpad ermöglicht außerdem den Einsatz einer der intuitivsten Interaktionsformen, das Drag & Drop. Objekte können auf dem Touchpad ertastet und dann an eine andere Stelle verschoben werden. Doch wie sehen die Eingabe und die haptische Rückmeldung während des Drag & Drop-Vorganges im Detail aus? Um hier erste Erkenntnisse zu gewinnen, wird als Use-Case das Auswählen der in der Karte angezeigten Sonderzielarten exemplarisch umgesetzt. Ein Objekt wird hier per Drücken für den Drag-Vorgang ausgewählt. Das Objekt ist dann an die Fingerposition gebunden. Während des Ziehens reicht eine Berührung des Touchpads, ein Druck muss während der Bewegung nicht aufrechterhalten werden. Das Element kann dann in den haptisch durch eine Trennlinie unterscheidbaren Drop-Bereich gezogen werden. Wird der Finger in diesem Bereich vom Touchpad gehoben, platziert sich das Objekt automatisch an einer freien Position im Zielbereich (siehe Bild 7).

Der Drag & Drop-Vorgang ist sehr schnell durchgeführt. Zur weiteren Optimierung sind weitere Variantentests geplant.

4. Probandentest

Nachfolgend sollen kurz Ergebnisse aus einer Probandenuntersuchung im stati-



Bild 6: Anzeigefläche von Point Of Interests



Bild 7: Selektion von Points Of Interest mittels Drag & Drop

schen Fahrsimulator gegeben werden, um einen Eindruck über das Potenzial einer haptischen Fühlhilfe zu bekommen.

4.1 Versuchsdesign

Der Test wurde mit 32 Probanden (25 M, 11 F, $\bar{X} = 39,38$ Jahre, $sd = 11,35$ Jahre) in einem statischen Fahrsimulator durchgeführt. Als Fahraufgabe diente eine Folgefahrt mit konstantem Abstand auf einer Überlandstrecke. Als Nebenaufgabe mussten die Probanden in einer Menüsimulation eine Zieleingabe mittels einer Navigationskarte durchführen und die Helligkeit der Karte verändern. Die Aufgabe enthielt fünf Bedienabschnitte auf mehreren Screens mit unterschiedlicher Anordnung der bedienbaren Elemente. Der Versuch wurde somit in einem Within Subjects Design durchgeführt. Der dabei variierende Faktor war die Art des Touchpads, mit den Faktorstufen „Haptisches Touchpad“ sowie „Touchpad ohne Haptik“. Als abhängige Variable wurden Kennwerte für die Bedieneffizienz, die Fahrperformance und das subjektive Empfinden aufgenommen. Beispielfhaft werden hier die Ergebnisse für die Spurabweichung dargestellt, weitere Ergebnisse der Studie sind in Spies et al. (2009) aufgeführt.

4.2 Ergebnis

Die statistische Hypothesenprüfung erfolgte mittels t-Tests. Dabei wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 zu Grunde gelegt. Tatsächlich zeigte sich eine signifikante Verringerung der Spurabweichung bei Nutzung des haptischen Touchpads ($M = 0,32m$) gegenüber der Nutzung des Touchpads ohne Haptik ($M = 0,39m$; $T(31) = 2,69$; $p < .05$). Die

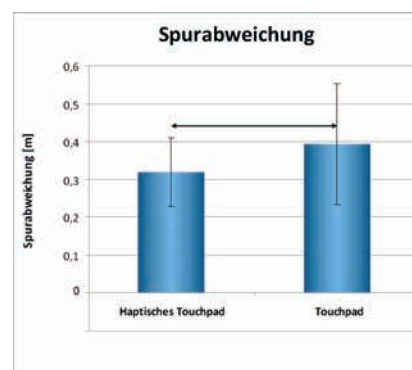


Bild 8: Spurabweichung und Varianzen der Faktorstufen Haptisches Touchpad und Touchpad

Ergebnisse belegen die Annahme eines Mehrwerts durch haptisch konturierte Oberflächen für eine Touchpadbedienung.

Literatur

- Hamberger, W., Gößmann, E.: Bedienkonzept Audi: Die nächste Generation. In: *VDI Wissensforum GmbH*. (Hrsg.): *Elektronik im Kraftfahrzeug*. VDI-Berichte **2075**, 677–686 (2009), VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Hyperbraille (2010), <http://www.hyperbraille.de/>
- Spies, R., Peters, A., Toussaint, C., Bubbs, H.: Touchpad mit adaptiv haptisch veränderlicher Oberfläche zur Fahrzeuginfotainmentbedienung. In: Brau, H., Diefenbach, S., Hassenzahl, M., Kohler, K., Koller, F., Peissner, M., Petrovic, K., Thielsch, M., Ullrich, D. & Zimmermann, D. (Hrsg.). *Usability Professionals 2009*. Fraunhofer Verlag, Stuttgart.



1



2



3



4



5

1 Alexander Peters beschäftigte sich bereits sehr früh während seines Ingenieur-Studiums an der Technischen Universität München mit HMI-

Systemen, im Speziellen im automobilen Kontext. Seit 2008 ist er bei designaffairs als Design und Usability Engineer tätig und arbeitet dort an neuen, innovativen Bedienkonzepten.

alexander.peters@designaffairs.com

2 Roland Spies absolvierte von 2000 bis 2006 ein Studium für Maschinenwesen mit den Schwerpunkten Fahrzeugtechnik und Ergonomie an der TU München. Schon parallel dazu konnte er zahlreiche Erfahrungen zur ergonomischen Gestaltung von Bediensystemen im Fahrzeuginterieur beispielsweise bei Audi und Volkswagen of America sammeln. Seit 2006 promoviert Roland Spies zur Bedienung und Menüführung von Fahrzeuginfotainmentsystemen als Wissenschaftlicher Angestellter am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München in einem Kooperationsprojekt mit der Audi AG.

spies@lfe.mw.tum.de

3 Claude Toussaint absolvierte nach seinem Ingenieur-Studium in Aachen und Hamburg ein Design-Aufbaustudium an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart. Seit 1999 arbeitet er bei der designaffairs GmbH und hat dort den Bereich Interface Design aufgebaut. Seit März 2007 ist Claude Toussaint einer ihrer vier neuen Inhaber und Geschäftsführer. Er leitet das interdisziplinäre Interface-Team und betreute Projekte für Kunden wie Audi, BMW, Daimler, Opel, Loewe, Siemens, B/S/H/.
claude.toussaint@designaffairs.com

4 David Fuxen begann seine berufliche Laufbahn im Anschluss an eine Ausbildung zum Karosseriemodellbauer und ein Studium zum Industrial Designer 1999 in der Automobilindustrie bei GM in Detroit und Opel in Rüsselsheim. Im Jahre 2001 Wechsel zu designaffairs nach München als Senior Designer mit dem Schwerpunkt Communication Devices. Seit 2006 ist er Projekt Manager mit dem Fokus der

Ausarbeitung und Implementierung von designorientiertem Innovationsmanagement. Heute entwickelt und etabliert er Tools wie Design Style Observation und Innovation Memory und leitet interdisziplinäre Projekt-Teams für Audi, Mercedes, WMF, Melitta, Dräger und Bosch.
david.fuxen@designaffairs.com

5 Werner Hamberger studierte von 1988–1992 Elektrotechnik an der TU München und promovierte im Anschluss daran in Zusammenarbeit mit VW an der ZMMS Berlin zum Thema prädiktive Streckendaten. Nach einer Zwischenstation bei Valeo als Projektleiter Navigationssysteme ist er seit 1998 bei der Audi AG und seit 07/2005 dort Leiter der Entwicklung Bedienkonzept.
werner.hamberger@audi.de



Die richtigen IT-Systeme zur richtigen Zeit und mit vertretbarem Aufwand.



Walter Ruf, Thomas Fittkau
Ganzheitliches IT-Projektmanagement
Wissen, Praxis, Anwendungen

2008 | XXV, 275 S. | gb.
€ 29,80 | ISBN 978-3-486-58567-4

Die richtige Balance zwischen fundiertem Wissen und Erfolgsfaktoren in der Praxis.

Die richtigen IT-Systeme zur richtigen Zeit und mit vertretbarem Aufwand, das ist heute in vielen Unternehmen von herausragender Bedeutung für den langfristigen Erfolg. Erfolg wird man bei IT-Projekten dann haben, wenn man ganzheitlich orientiertes theoretisch fundiertes Wissen mit in der Praxis bewährten Ansätzen verbinden kann. Gerade diese Kombination aus theoretischen Erkenntnissen und praktisch erprobten Ratschlägen soll helfen, sich das stets interessante und spannende Feld des IT-Projektmanagements zu erschließen.

Oldenbourg

150 Jahre
Wissen für die Zukunft
Oldenbourg Verlag

Bestellen Sie in Ihrer Fachbuchhandlung oder direkt bei uns:
Tel: 089/45051-248, Fax: 089/45051-333, verkauf@oldenbourg.de