

# Zur Gestaltung grafischer Benutzungsschnittstellen: Einflussfaktoren für das Nutzererleben

Marlene Vogel<sup>1</sup>, Stefan Brandenburg<sup>2</sup>, Uwe Drewitz<sup>2</sup>

Technische Universität Berlin, ZMMS, Graduiertenkolleg Prometheus<sup>1</sup>

Technische Universität Berlin, Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft<sup>2</sup>

## **Zusammenfassung**

Eine Zielstellung der Geräteentwicklung im Bereich mobiler Telekommunikation und Technikinteraktion ist die schnelle Erlernbarkeit und effektive Nutzung neuer Funktionen und Interaktionsformen durch den Anwender. Damit verbunden ist die Frage, wie grafische Benutzungsschnittstellen gestaltet sein müssen, um die kognitive Beanspruchung beim Anwender zu minimieren und das Interaktionserleben positiv zu gestalten. Drewitz & Brandenburg (2010) entwerfen mit dem *Model of User Experience* einen kognitionspsychologischen Ansatz, der das Konzept des unmittelbaren interaktiven Verhaltens (*Immediate Interactive Behavior*, Neth, Carlson, Gray, Kirlik, Kirsh & Payne, 2007) in den Mittelpunkt stellt. Der Ansatz beschreibt die Auswirkung des Auftretens unmittelbaren interaktiven Verhaltens sowohl auf das positive Erleben als auch auf die wahrgenommene Einfachheit der Interaktion. Es wird angenommen, dass die Manipulation von Affordanzen (=handlungsauffordernde Umwelteigenschaften) und die Lenkung der Aufmerksamkeit bei der Bedienung grafischer Benutzungsschnittstellen unmittelbares interaktives Verhalten fördert. Diese Faktoren wurden experimentell untersucht. Subjektive und objektive Maße zeigen an, dass beide Faktoren einen positiven Einfluss auf das subjektive Erleben, die Benutzbarkeit und Akzeptanz technischer Systeme haben und bei der Gestaltung berücksichtigt werden sollten.

## 1 Einleitung

Das Angebot an mobilen Endgeräten, von MP3-Playern über Smartphones bis hin zu Tablet Computern ist vielseitig und ihre Funktionalität zunehmend komplexer. Eine rasante Entwicklung der Technik in den letzten Jahren und der Trend zu tragbaren Multimedia-Geräten sind unverkennbar. Viele Geräte ermöglichen es dem Nutzer eines Mobiltelefons neben der Hauptfunktion, des Telefonierens, zusätzlich Nachrichten (SMS, MMS, Emails etc.), Fotos oder den Terminplan zu bearbeiten. In dem Maße, in dem die Zahl der Funktionen oder Interaktionsformen zunimmt, steigt jedoch auch der Aufwand zum Erlernen der Funktions-

weisen und Bedienregeln sowie der Programm- bzw. Menüstrukturen. Für die Entwickler von Hardwareplattformen als auch von Softwareapplikationen stellt sich daher folgende Frage: Wie kann eine einfache Bedienung trotz hoher Funktionalität ermöglicht werden? Das von Drewitz und Brandenburg (2010) entworfene *Model of User Experience (MUX)* bietet als kognitionspsychologisches Stufenmodell ein Rahmenwerk zur Untersuchung dieser für Entwickler als auch Nutzer im Bereich der (mobilen) Mensch-Technik-Interaktion gleichermaßen bedeutsamen Fragestellung. Das MUX greift dabei auf eine Reihe bereits existierender Konzepte aus den Bereichen der Wahrnehmung- und Kognitionpsychologie, des Interface-Design und der kognitiven Ergonomie zurück und setzt diese zueinander in Beziehung. Das Modell fokussiert dabei lediglich die System-eigenschaften (vgl. CUE-Modell; Mahlke & Thüning, 2009) und die Frage, inwiefern durch die Gestaltung von System- bzw. Geräteeigenschaften der kognitive Aufwand und die mentale Belastung des Nutzers verringert werden kann. Im Mittelpunkt des MUX (siehe Abb. 1) steht das Konzept des unmittelbaren interaktiven Verhaltens (*Immediate Interactive Behavior, IIB*) nach Neth et al (2007).

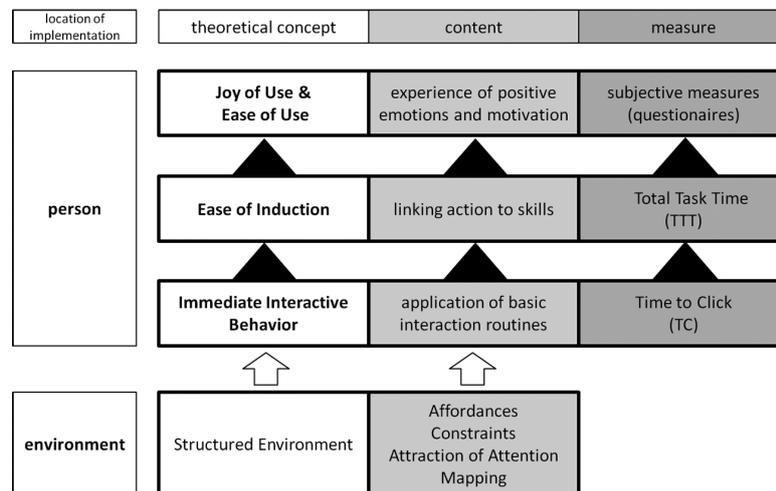


Abbildung 1: Model of User Experience (MUX, Drewitz & Brandenburg, 2010)

Der Ökologischen Wahrnehmungstheorie von James Gibson (1979) folgend geht dieser Ansatz davon aus, dass Menschen zur Erreichung ihrer Ziele routinemäßig auf die ihnen natürlich gegebenen und in ihrer konkreten Umwelt eingebetteten körperlichen Vermögen zurückgreifen. Dabei versuchen Menschen die sie jeweils umgebende Umwelt zur Erfüllung ihrer Ziele zu strukturieren und umzugestalten. Der Ansatz des IIB überträgt diese Sicht auf den Kontext der Mensch-Technik-Interaktion. Danach werden technische Geräte als Umwelt verstanden, welche durch die Nutzer zum Zweck der Umsetzung von Zielen oder auch Bedürfnissen unter Rückgriff auf interaktive Routinen (vgl. Gray & Fu, 2004) manipuliert werden. Die Manipulation der Umwelt zum Zwecke der Zielerreichung wird dem MUX zufolge maßgeblich durch Ihre Struktur bestimmt. Zwei Aspekte stehen dabei im Vordergrund. *Affordanzen* (Handlungsangebote) bieten die Möglichkeit zu bestimmten Handlungen und

legen aufgrund Ihrer Eigenschaften wiederum Verhaltensweisen nahe. *Constraints* (Handlungsbeschränkungen) verhindern dagegen das Auftreten anderer Verhaltensweisen, bzw. lenken Verhalten in eine bestimmte Richtung. Das Zusammenspiel beider kann das Auftreten von IIB begünstigen. Darüber hinaus nimmt das MUX an, dass auch die Lenkung der Aufmerksamkeit (*Attraction of Attention*), sowie die Korrespondenz von Umwelteigenschaften mit dem (Vor-) Wissen bzw. Verständnis des Nutzers (*Mapping*) die Auftretenswahrscheinlichkeit von IIB positiv beeinflussen. Unmittelbares interaktives Verhalten bzw. interaktive Routinen, welche Wahrnehmungen und Aktionen direkt miteinander verbinden, werden dabei auf einer Zeitskala im Bereich von 300ms bis 1s (max. 3s) sichtbar. Die Kombination von solchen grundlegenden Routinen formt ein Verhalten von höherer Komplexität.

Das Konzept des *Ease of Induction* (Brandenburg, Drewitz, Minge, Thüning & Brune, 2009), das im MUX dem Konzept des IIB nachgelagert ist (siehe Abb. 1), trägt diesem Umstand Rechnung. Danach führt das Auftreten dem Ziel näher führender Aktionen, die unmittelbar nacheinander in kurzen zeitlichen Abständen auftreten, dazu, dass diese einzelnen Aktionen zu Handlungsketten miteinander verknüpft werden. Auf diese Weise wird neues (Handlungs-) Wissen gebildet. *Ease of Induction* (EoI) bezeichnet demnach die Einfachheit, mit der induktiv die Regeln zur Bedienung technischer Systeme erlernt werden und steht in engem Zusammenhang mit positiven emotionalen und motivationalen Reaktionen (vgl. Minge & Thüning, 2009). Im *Model of User Experience* ebenfalls dem IIB nachgelagert, ist das Konzept des *Ease of Use* (EoU, siehe Abb. 1). EoU bezeichnet das Erleben der Einfachheit in der Bedienung von technischen Geräten und ist eng verbunden dem empfundenen *Joy of Use* des Nutzers. Laut Hatscher (2001) bezeichnet *Joy of Use* (JoU) das freudvollgenussreiche Erleben der Qualität der Interaktion. Dazu zählt vor allem das unauffällige, hervorragende Funktionieren eines Artefakts. JoU gründet jedoch auf weit mehr Ursachen und wird zum Beispiel auch durch die ästhetisch ansprechende Gestaltung einer Software oder eines Gerätes beeinflusst. Solche nicht-instrumentellen Qualitäten werden im Rahmen des MUX nicht berücksichtigt. Über die Verknüpfung der beschriebenen Konzepte hinaus, werden im MUX auch eine Reihe von Messungen bestimmt, welche die beschriebenen Konzepte operationalisieren (siehe Abb. 1). Auf Ebene des unmittelbaren Verhaltens (IIB) stellt die Zeit (*Time to Click, TC*), welche ein Nutzer benötigt, um eine zielgerichtete Handlung auszuführen, die passende Operationalisierung dar. Durch die Vorgabe eines engen Zeitintervalls für das IIB von 300ms bis 1s (max. 3s) wird der Anteil der Klickzeiten an der Gesamtbearbeitungsdauer, welche in diesen Zeitraum fallen, als Maß für das Auftreten von IIB definiert. Für die nächste Betrachtungsebene des *Ease of Induction* (EoI) wird die Veränderung der Gesamtaufgabenbearbeitungszeit (*Total Task Time, TTT*) über die Zeit als Maß für EoI erfasst. Eine Veränderung der *total task time* für eine bestimmte Aufgabe über die Zeit, kennzeichnet einen Lerneffekt, welcher für den Erwerb und die Anwendung von regelhaftem Bedienwissen steht. Auf der Ebene des emotionalen Erlebens und der Motivation, die durch die Konzepte des *Ease-* und *Joy of Use* erfasst werden, stellen Fragebögen (z.B. für die Beanspruchungs- oder die Emotionserfassung) passende Instrumente dar.

Die Zusammenhänge und Vorhersagen des MUX wurden bisher nur in Teilen überprüft. Brandenburg et. al. 2009 konnten zeigen, wie die Manipulation des Faktors Handlungsbeschränkung (*Constraints*) die Bewertung eines Systems entsprechend der Konzeption des MUX beeinflusst. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, inwieweit die Ma-

nipulation der Aufmerksamkeitslenkung (*Attraction of Attention*) und Gestaltung von Handlungsangeboten (*Affordances*) sich entsprechend der Vorhersagen des MUX auf die subjektive Bewertung von verschiedenen Systemvarianten eines mobilen technischen Gerätes auswirken.

## 2 Hypothesen

Auf Basis des MUX wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sowohl die Lenkung der visuellen Aufmerksamkeit (*Attraction of Attention*) als auch das Vorhandensein von Affordanzen bei der Gestaltung grafischer Schnittstellen betrachtet. Unterschieden wurde hierbei zwischen dem Funktionsaspekt und dem Handhabungsaspekt von Affordanzen. Der *Funktionsaspekt* verweist auf die durch ein Icon repräsentierte und durch das zugehörige Bedienelement aufzurufende Funktion. Im Rahmen der Untersuchung wurde dieser Faktor als *Semantik* bezeichnet. Der *Handhabungsaspekt* hingegen verweist auf die Art der Bedienung von Objekten bzw. Bedienelementen. Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit war die Bestimmung des Einflusses dieser Faktoren auf das Auftreten von IIB, EoU, JoU. Es wurde ein signifikanter Einfluss der genannten Faktoren auf das Auftreten von IIB, das Erleben positiver Emotionen, geringeren subjektiven Beanspruchung und das Äußern positiver Produktbewertungen angenommen.

## 3 Methode

Der Versuch fand im Labor mit 38 Versuchsteilnehmern (18 m/ 20 w, Alter:  $M=28.50$ ,  $SD=8.00$ ) statt. Die Versuchspersonen nahmen freiwillig teil und erhielten keine Vergütung.

**Versuchsdesign:** Manipuliert wurden als Innersubjektfaktoren: 1. *Attraction of Attention* (AoA) mit den Faktorstufen: Farbliche Hervorhebung von Bedienelementen (AoA+) und keiner farblichen Hervorhebung (AoA-), 2. Handhabungsaspekt der Affordanz (Aff) mit den Faktorstufen: Hohe Affordanz (Aff+) und geringe Affordanz (Aff-) relevanter Bedienelemente. Zusätzlich wurde als Zwischensubjektfaktor die Semantik (Sem) der verwendeten Icons auf den Bedienelementen mit den Faktorstufen: Hohe (Sem+) und geringe Repräsentativität (Sem-) der Icons variiert. Die im Experiment verwendeten Icon-Sets der beiden Semantikgruppen wurden im Rahmen einer zweistufigen Vorbefragung generiert und validiert.

**Versuchsumgebung:** Für die vorliegende Untersuchung wurde eine grafische Nutzerschnittstelle eines mobilen Multifunktionsgerätes in PHP umgesetzt. Die Steuerung des Multifunktionsgerätes erfolgte über ein sensitives 7-Zoll-Touchpad, welches sich im Hinblick auf die Untersuchung des Einflusses von *Constraints* auf das Auftreten von IIB und das Erleben von EoU und JoU als positiv bewährt hat (Brandenburg et al., 2009). Die Instruktionen zum Versuch wurden den Probanden auf einem zweiten 15-Zoll großen Bildschirm präsentiert. In Abbildung 2 wird die Manipulation der Faktoren AoA, Aff und Sem für jede

Faktorkombination beispielhaft anhand von Bedienelementen im Vergleich dargestellt. Durch die Kombination der Innersubjektfaktoren testete jede Versuchsperson im Experiment vier Systemvarianten.

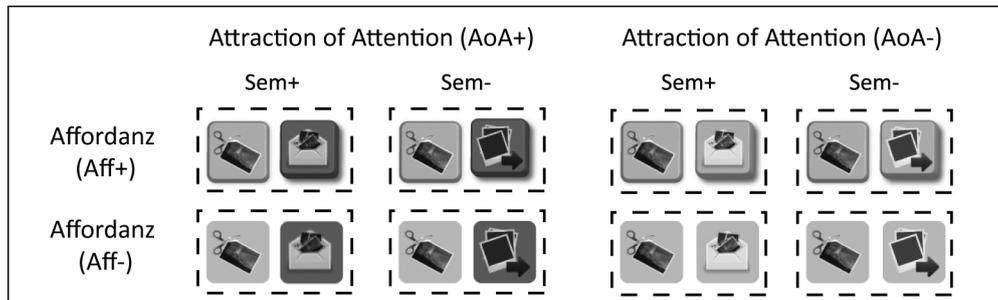


Abbildung 2: Manipulation der UV (AoA, Aff, Sem) anhand von Bedienelementen (Bsp.)

**Versuchsablauf:** Zu Beginn wurden den Versuchsteilnehmern allgemeine Instruktionen zum Versuchsaufbau und -ablauf auf dem 15-Zoll Computerbildschirm zur Verfügung gestellt. Jede Versuchsperson musste mit jeder Systemvariante jeweils die folgenden vier Aufgaben bearbeiten: 1. Verschicken eines Bildes aus dem Fotoalbum an einen vorgegebenen Kontakt aus der Kontaktliste, 2. Beantworten einer Nachricht aus dem Posteingang, 3. Ändern der Displayhelligkeit, 4. Eintragen eines Termins in den Arbeitskalender. Insgesamt bearbeiteten die Teilnehmer 16 Aufgaben, wobei die Aufgabenreihenfolge pro System gleich war. Die Reihenfolge der Systeme war für die Stichprobe ausbalanciert. Nach Ende eines Aufgabenblocks mit einer Systemvariante wurde die Versuchsperson aufgefordert einen Fragebogen am PC auszufüllen. Dieser beinhaltete die Erhebung subjektiver Maße für kurzfristige Emotionen (SAM, Bradley & Lang, 1994), subjektiv wahrgenommene Beanspruchung (NASA-TLX, Hart & Staveland, 1988) sowie das Abgeben von Einschätzungen für das zuvor genutzte System hinsichtlich länger anhaltender Emotionen (Mano, 1996). Für die Bestimmung der instrumentellen Qualitäten eines jeden Systems folgte nach der Bearbeitung der vier Aufgaben mit einer Systemvariante der Fragebogen zur Produktbewertung von Davis (1989). Zusätzlich wurden objektive Maße in Form von Reaktionszeiten gemessen. Im Anschluss wurde aus den Reaktionszeiten die *Time to Click Rate* (TC) bestimmt, um die Reaktionsgeschwindigkeit des Nutzers bis zur Interaktion mit der Bedienoberfläche und damit die Auftretenswahrscheinlichkeit von IIB zu ermitteln.

## 4 Ergebnisse

Die statistische Analyse der empirischen Daten erfolgte mittels zweier multivariater Varianzanalysen (MANOVA) mit Messwiederholung. Analysiert wurde der Einfluss der drei Faktoren (AoA, Aff, Sem) auf die abhängigen subjektiven und objektiven Maße. Die Erhebung der objektiven Daten (Reaktionszeit) erfolgte für jede Aufgabe. Für die subjektiven

Maße (Emotionen, Beanspruchung und Produktbewertung) wurden die Daten nach der Bearbeitung aller vier Aufgaben mit einem System gemessen.

**Einfluss von Attraction of Attention (AoA):** Hinsichtlich der kurzfristigen Emotionswerte (SAM) zeigte sich ein signifikanter Effekt des Faktors AoA bei der Valenz,  $F(1,34)=7.20$ ,  $p=0.01$ ,  $\eta^2_{PART}=0.18$ . Demnach fühlten sich die Nutzer positiver gestimmt, wenn die *Attraction of Attention* bei der Systeminteraktion vorhanden war (AoA+) als wenn dies nicht der Fall war (AoA-). In Bezug auf die subjektiv empfundene Beanspruchung (NASA-TLX) zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Effekt der AoA sowohl auf die Bewertung der geistigen Anstrengung ( $F(1,34)=8.34$ ,  $p=0.01$ ,  $\eta^2_{PART}=0.20$ ) als auch auf die allgemeine Anstrengung ( $F(1,34)=4.54$ ,  $p=0.041$ ,  $\eta^2_{PART}=0.12$ ) der Nutzer. Beide Dimensionen wurden als geringer bewertet, wenn *Attraction of Attention* gegeben war (AoA+), als wenn dies nicht der Fall war (AoA-). Im Rahmen der Analyse der langfristigen Emotionen (Fragebogen von Mano) zeigten sich signifikante Effekte für die Dimensionen Angenehmheit ( $F(1,34)=7.75$ ,  $p=0.009$ ,  $\eta^2_{PART}=0.19$ ) und Gelassenheit ( $F(1,34)=7.61$ ,  $p=0.01$ ,  $\eta^2_{PART}=0.19$ ). Versuchspersonen beurteilten ihren eigenen emotionalen Zustand als angenehmer und gelassener, wenn sie durch das Vorhandensein der *Attraction of Attention* (AoA+) durch die Aufgabe geleitet wurden. Die Analyse der Bewertungen im Bereich der wahrgenommenen Nützlichkeit (Utility) ( $F(1,34)=10.29$ ,  $p=0.003$ ,  $\eta^2_{PART}=0.23$ ), Benutzbarkeit (Usability) ( $F(1,34)=6.49$ ,  $p=0.02$ ,  $\eta^2_{PART}=0.16$ ) und Akzeptanz (Acceptance) ( $F(1,34)=8.43$ ,  $p=0.01$ ,  $\eta^2_{PART}=0.20$ ) erbrachte weitere signifikante Haupteffekte des Einflusses des Faktors der Aufmerksamkeitslenkung (siehe Abb. 3). Dabei wirkte sich das Vorhandensein der *Attraction of Attention* (AoA+) positiv auf die Einschätzung der Nutzer bezüglich dieser Dimensionen aus. Hinsichtlich der objektiven Daten konnte im Rahmen der Analyse für Aufgabe 1 (Verschicken eines Bildes) ein signifikanter Einfluss des Faktors AoA auf das Auftreten von IIB (300ms bis 1s),  $F(1,31)=4.15$ ,  $p=0.05$ ,  $\eta^2_{PART}=0.12$ , beobachtet werden. Wobei der Anteil an IIB für die Systemvarianten mit AoA+ höher war als der Anteil an IIB für die Systemvarianten mit AoA-. Bei Aufgabe 3 (Helligkeit regulieren) konnte ein signifikant höherer Anteil von IIB (300ms bis 1s),  $F(1,34)=4.49$ ,  $p=0.04$ ,  $\eta^2_{PART}=0.13$ , ermittelt werden, wenn *Attraction of Attention* gegeben war (AoA+) im Vergleich zu Systemen mit AoA-. Ein ähnlich signifikanter Effekt zeigte sich bei der Analyse dieses Faktors und dieser Aufgabe für den Anteil von IIB für den Bereich von 300ms bis 3s,  $F(1,34)=4.97$ ,  $p=0.03$ ,  $\eta^2_{PART}=0.13$ .

**Einfluss des Handhabungsaspekts der Affordanz (Aff):** Im Rahmen der Analyse des Faktors des Handhabungsaspekts der Affordanz (Aff) konnte, hinsichtlich kurzfristiger Emotionen, ein signifikanter Effekt auf die Valenz ( $F(1,34)=9.46$ ,  $p=0.004$ ,  $\eta^2_{PART}=0.22$ ) sowie auf die Erregung ( $F(1,34)=7.10$ ,  $p=0.01$ ,  $\eta^2_{PART}=0.17$ ) der Nutzer festgestellt werden. Demnach sind die Versuchspersonen positiver gestimmt, wenn eine Unterstützung durch eine hoch affordante Gestaltung der Bedienelemente (Aff+) gegeben wurde, als wenn dies nicht der Fall war (Aff-). Im Rahmen der Analysen für die subjektiv empfundene Beanspruchung zeigte sich ein signifikanter Effekt für den Einfluss des Handhabungsaspekts der Affordanz auf die Anstrengung der Nutzer,  $F(1,34)=5.43$ ,  $p=0.03$ ,  $\eta^2_{PART}=0.14$ ). Wobei die Nutzer mit hoch affordant gestalteten Systemen (Aff+) weniger beansprucht wurden als ohne Darstellung von Affordanzen (Aff-). Hinsichtlich der Produktbewertung wurde ein marginal signifikanter Effekt für den Einfluss des Faktors Aff auf die wahrgenommene Utility

( $F(1,34)=3.19$ ,  $p=0.08$ ,  $\eta^2_{PART}=0.09$ ) und ein signifikanter Effekt für die wahrgenommene Usability ( $F(1,34)=5.62$ ,  $p=0.02$ ,  $\eta^2_{PART}=0.14$ ) ermittelt (siehe Abb.3). Für beide Dimensionen wirkte sich das Vorhandensein einer Affordanz (Aff+) positiv auf die Einschätzung der Versuchspersonen auf diese Dimensionen aus. Bezüglich der Reaktionszeit (TC) konnte ein signifikanter Effekt des Einflusses von Affordanz auf das Auftreten von IIB (300ms bis 1s) in Aufgabe 4 (Eintragen eines Termins in den Arbeitskalender) analysiert werden,  $F(1,31)=11.04$ ,  $p=0.002$ ,  $\eta^2_{PART}=0.26$ . Die Versuchsteilnehmer zeigten jedoch mehr IIB bei den Systemvarianten mit geringer Affordanz (Aff-) als bei Systemen mit hoher Affordanz (Aff+). Daher ist dieser Effekt nicht in erwarteter Richtung ausgeprägt.

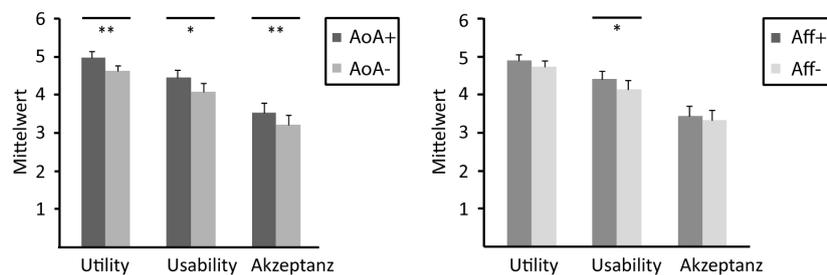


Abbildung 3: Einfluss von AoA(links) und Aff (rechts) auf die Produktbewertung (\*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$ )

**Einfluss der Semantik (Sem):** Im Rahmen der Analyse konnten keine Haupteffekte für den Einfluss des Faktors des Funktionsaspekts der Affordanz (Semantik, Sem) auf die subjektiv erhobenen Maße ermittelt werden. Bei der objektiven Datenanalyse wurde ein signifikanter Effekt ( $F(1,34)=5.40$ ,  $p=0.03$ ,  $\eta^2_{PART}=0.14$ ) in nicht erwarteter Richtung für das Auftreten von IIB (300ms bis 3s) am gezeigten Gesamtverhalten der Versuchspersonen für Aufgabe 3 (ändern der Displayhelligkeit) ermittelt.

## 5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden drei Faktoren auf Basis des MUX (Drewitz & Brandenburg, 2010) variiert: 1. Attraction of Attention (AoA), 2. Handhabungsaspekt der Affordanz (Aff) und 3. Funktionsaspekt der Affordanz (Semantik, Sem). Hinsichtlich der Aufmerksamkeitslenkung (AoA) konnten große, signifikante Effekte für die emotionalen Maße Valenz, Angenehmheit und Gelassenheit des Nutzers ermittelt werden. Die Systemvarianten mit einer Lenkung der visuellen Aufmerksamkeit (AoA+) wurden als positiver empfunden als die Systeme ohne farbliche Hervorhebung von Bedienelementen (AoA-). Bei den Systemvarianten mit AoA- wurde die mentale Beanspruchung und allgemeine Anstrengung signifikant höher bewertet als bei den Systemen mit AoA+. Im Rahmen der Produktbewertungen konnten die Systeme mit Aufmerksamkeitslenkung (AoA+) bessere Ergebnisse hinsichtlich wahrgenommener Utility, Usability und Akzeptanz erreichen. Die Versuchsteilnehmer empfanden

diese Systeme als nützlicher, gebrauchstauglicher und zeigten ihnen gegenüber eine höhere Akzeptanz als gegenüber den Systemen ohne Aufmerksamkeitslenkung (AoA-). Bei der Analyse der Verhaltensdaten konnten ein signifikanter Effekt für den Einfluss des Faktors AoA für das Auftreten von unmittelbarem, interaktiven Verhalten (IIB bis 3s) in Aufgabe 3 und ein signifikanter Effekt für den Anteil von IIB (bis 1s) für Aufgabe 1 und 3 ermittelt werden, wobei der Anteil an IIB für die Systeme mit Aufmerksamkeitslenkung größer war.

Insgesamt zeigten sich beim Faktor AoA erwartungskonforme Effekte (vgl. Mullet & Sano, 1995) sowohl auf der höchsten, subjektiven als auch der ersten Ebene des Verhaltens. Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse scheint es eindeutig, dass eine Lenkung der Aufmerksamkeit zu einem subjektiv positiveren als auch zu einem objektiv schnelleren Interaktionsverhalten führt. Einer uneingeschränkten Umsetzung dieser Ergebnisse in die Praxis stehen jedoch noch zwei Einwände entgegen. Zum einen wurde die Wirkung der Aufmerksamkeitslenkung auf das Erlernen der Bedienregeln (EoI) zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht überprüft. Da IIB allein sowohl positiv (IIB welches zum anvisierten Interaktionsziel führt) als auch negativ (IIB welches nicht zum Erreichen des Interaktionszieles führt) wirken kann, ist es von Bedeutung herauszufinden, ob die Nutzer korrektes regelhaftes Bedienwissen erworben haben. Nur in diesem Fall kommen sie mit fortschreitender Übung auch schneller zum Interaktionsziel, z.B. dem Verschicken eines Bildes aus dem Fotoalbum an einen Kontakt. Da durch eine farbliche Hervorhebung von Bedienelementen im Sinne der Zielerreichung das (Arbeits-) Gedächtnis entlastet wird und keine Gedächtnisabrufe getätigt werden müssen, kommt es zu einer geringeren kognitiven Beanspruchung des Nutzers (vgl. Gray & Fu, 2004). Zum anderen kann die Lenkung der Aufmerksamkeit, wenn diese nicht im Sinne der Zielerreichung realisiert ist, auch negative Folgen auf die subjektiven und objektiven Parameter einer Mensch-Technik-Interaktion haben. Wenn sich die Ziele des Nutzers nicht mit der Lenkung der Aufmerksamkeit decken, besteht die Möglichkeit von Irritationen, Frustration und Interaktionsfehlern. Weiterführende Untersuchungen sollten sich mit den Effekten von nicht zielführender Lenkung der Aufmerksamkeit auf sowohl objektive als auch subjektive Maße beschäftigen.

Anders als bei der Aufmerksamkeitslenkung (AoA) führte die Manipulation des Handhabungsaspekts der Affordanz (Aff) zu unterschiedlichen Resultaten. Bezüglich der subjektiven Daten wurden durchweg erwartungskonforme Ergebnisse erzielt. Die Nutzer waren bei den Systemen mit hoch affordanter Gestaltung von Bedienelementen (Aff+) insgesamt positiver gestimmt und weniger erregt, frustriert und erlebten eine geringere mentale Beanspruchung, als bei den Systemen mit niedriger affordanter Gestaltung (Aff-). Für die allgemeine Anstrengung wurden geringere Werte für die Systemvarianten mit Aff+ angegeben. Im Rahmen der Produktbewertung konnten ebenfalls signifikante Effekte des Einflusses der Affordanz auf die wahrgenommene Utility und Usability ermittelt werden. Im Hinblick auf die objektiven Daten zeigte der Faktor Aff einen signifikanten negativen Einfluss auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von IIB (bis 1s) für eine der vier Aufgaben. Beim Eintragen eines Termins in den Arbeitskalender zeigten Versuchspersonen einen höheren Anteil von IIB wenn gering affordante Bedienelemente vorhanden waren (Aff-) im Vergleich zu deren hoher Affordanz (Aff+). Eine Möglichkeit diesen Befund zu erklären kann unter Umständen in der visuellen Komplexität der Versuchsumgebung liegen. Das Interface für das Eintragen eines Termins in den Arbeitskalender war das komplexeste im vorliegenden Experiment. Die

Versuchspersonen hatten sowohl einen Tag als auch eine Uhrzeit und einen Betreff für einen Termin auf einer vollständigen virtuellen Tastatur einzugeben. Möglicherweise hat die Umsetzung der Affordanzmanipulation mit einem 3-D-Effekts jedes Bedienelements (Aff+) zu einer höheren visuellen Komplexität der Szenerie geführt, als wenn die Bedienelemente nur zweidimensional (Aff-) dargeboten wurden. Es ist Aufgabe weiterer Untersuchungen sich mit den Effekten der visuellen Komplexität und deren Einfluss auf die objektiven Maße der Interaktion mit einem tragbaren Multimediagerät auseinander zu setzen.

Als dritter Faktor wurde in der vorliegenden Arbeit die Selbsterklärungsfähigkeit (Semantik) der Icons manipuliert (Funktionsaspekt der Affordanz). Jedoch zeigte die Variation des Funktionsaspekts der Affordanz (Semantik, Sem) keinen bedeutsamen Einfluss auf die subjektiven Daten. Lediglich bei den Verhaltensdaten konnte ein signifikanter Einfluss des Faktors Semantik für die Aufgabe „Ändern der Displayhelligkeit“ ermittelt werden. Bei den semantisch nicht eindeutigen Systemen (Sem-) wurde ein erhöhter Anteil an IIB (bis 3s) gemessen. Eine Erklärung für das Ausbleiben von Effekten bei den subjektiven Daten könnte im experimentellen Design vermutet werden. Während der Faktor Semantik in der Voruntersuchung als Innersubjektfaktor variiert wurde, stellte er in der Hauptuntersuchung einen Zwischensubjektfaktor dar. Dies bedeutet, dass die Semantik der Icons im Vorversuch innerhalb einer Gruppe von Befragten ermittelt wurde. Daher hatten diese Personen den direkten Vergleich von eindeutig und nicht eindeutig semantischen Icons. Die Versuchsteilnehmer des Hauptexperiments bekamen jedoch nur ein Icon-Set. Es bestand für sie daher keine Möglichkeit ihr Urteil über ihr subjektives Empfinden bezüglich der Wirkung dieses Icon-Sets an einem Vergleichsset zu adjustieren. Eine Untersuchung, welche den Faktor Semantik als Innersubjektfaktor variiert, sollte daher zu anderen Ergebnissen bezüglich subjektiver Daten kommen.

Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung hohe Evidenz für die Validität der Annahmen im Rahmen des MUX. Zumindest auf der subjektiven, teils auch auf der objektiven Ebene, wirkten die Faktoren Attraction of Attention und der Handlungsaspekt der Affordanz wie in den Hypothesen angenommen. Lediglich der Faktor Semantik (Funktionsaspekt der Affordanz) stellte sich nicht als wirkungsvoll heraus. Insgesamt reihen sich die Ergebnisse dieser Untersuchung in die Befunde früherer Arbeiten (Brandenburg et al., 2009; Drewitz & Brandenburg, 2010) ein, so dass sie als weitere empirische Fundierung des MUX gelten.

### Literaturverzeichnis

- Bradley, M., & Lang, P. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental*, 25(1).
- Brandenburg, S; Drewitz, U., Minge, M, Thüning, M. & Brune, T. (2009). Touch Me, If You Can – Immediate Interactive Behavior als Bedienkonzept für mobile Multimediageräte. In A. Lichtenstein, C. Stöbel & C. Clemens (Hrsg.), *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*, 8. Berliner Werkstatt, Mensch-Maschine-Systeme, VDI-Verlag.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319.

- Drewitz, U. & Brandenburg, S. (2010). From Design to Experience : Towards a Process Model of User Experience. *Ergonomics for All: Celebrating PPCOE's 20 Years of Excellence: Selected Papers of the Pan-Pacific Conference on Ergonomics* (pp. 1-6). Oxford: CRC Press.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin, Boston, 1979.
- Gray, W., & Fu, W. T. (2004). Soft constraints in interactive behavior: the case of ignoring perfect knowledge in-the-world for imperfect knowledge in-the-head. *Cognitive Science*, 28(3) (pp. 359-382).
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press.
- Hatscher, M. (2001). Joy of use – Determinanten der Freude bei der Software-Nutzung. *Mensch & Computer* 2001 (pp. 445-446).
- Mahlke, S. (2008). Visual aesthetics and the user experience. *Human-Computer Interaction*.
- Mano, H. (1996). Assessing emotional reactions to TV ads: a replication and extension with a brief adjective checklist. *Advances in consumer research*, 1996(23) (pp. 63-69).
- Minge, M., & Thüring, M. (2009). Erleben von Benutzbarkeit und Ästhetik in der Mensch-Technik-Interaktion. In A. B. Eder, K. Rothermund, S. R. Schweinberger, M. C. Steffens, & H. Wiese (Eds.), *Beiträge zur 51.Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (p. 38). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Neth, H., Carlson, R. A., Gray, W. D., Kirlik, A., Kirsh, D., & Payne, S. J. (2007). Immediate Interactive Behavior—How Embodied and Embedded Cognition Uses and Changes the World to Achieve its Goals. *Cognitive Science Society* (pp. 33-34).
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. (1st ed., p. 594). Boston, USA: Harvard University Press.
- Norman, D. A., (1983). Some Observations on Mental Models. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds), *Mental Models*. NJ: Hillsdale.
- Norman, D. A., (2004). *Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic Books.

**Kontaktinformationen:**

Dipl. Des. M.Sc. Marlene Vogel, mvogel@zmms.tu-berlin.de