

**Ergonomie und Design bei Berücksichtigung
interdisziplinärer Kooperation:
Die Gestaltung von Bedienelementen unter dem Aspekt
ihrer kommunikativen Funktion.
Empirische Analyse der visuellen Wahrnehmung von
Stellteiltypen mittels virtueller Prototypen.**

Dr. Ing./Dipl. Ing. Design Matthias GÖTZ

auswall product solutions, Wiesseer Str.42, D-83700 Weissach am Tegernsee

Kurzfassung

Die Gestalt von Bedienelementen erzeugt nicht nur materielle Realität, sondern erfüllt auch eine kommunikative Funktion. Ausgewählte Gestaltmerkmale von Bedienelementen sind in der Lage, verschiedene, die Handhabung betreffende Eigenschaften zu transportieren, so dass diese vom Benutzer ohne weitere Erklärung verstanden werden. Ziel dieser empirischen Untersuchung ist es, charakteristische Teilgestalten zu ermitteln, die dem Anwender praktische Eigenschaften von Bedienelementen unter Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungsgrundlagen visuell kommunizieren.

Die Ergebnisse zeigen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen bestimmten Teilgestalten und den Bedienelementeigenschaften Funktion, Bewegung, Greifart und Ausrichtung. Teilgestalten, die bezüglich ihres visuellen Informationsgehalts eindeutig sind, unterstützen die Selbsterklärungsfähigkeit der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Sie bilden nach ihrer Funktion tabellarisiert eine Vorlage für die Konzeption von Bedienelementen im Produktentwicklungsprozess.

1. Einleitung

Der Fortschritt in der Mikroelektronik führt neben der zunehmenden Anzahl an Produktfunktionen zu einer Miniaturisierung der Produkte (Fischer 1988). Voluminöse, durch Muskelkraft zu betätigende Bedienelemente, die aufgrund sichtbarer Übertragungskomponenten (z. B. Getriebe, Gestänge) in direktem Zusammenhang mit den Wirkelementen stehen und auf diese Weise ihre Funktion anzeigen, werden durch den Einsatz motorischer Antriebe auf „Knöpfchen“ reduziert. Die Einsicht des Operateurs, auf welche Energien und Dimensionen er Einfluss nimmt, ist dann nicht mehr mit seiner Handlung unmittelbar verknüpft. Ohne zusätzliche Hilfsmittel wie erklärende Anzeigen und Piktogramme oder eine Gebrauchsanweisung sind Funktion und Wirkweise oft nicht erkennbar.

Neue Mensch-Maschine-Schnittstellenkonzepte sind durch eine zunehmende Entkopplung der Anzeigen und Stellteile von den Sensoren und Effektoren eines Systems gekennzeichnet (Rühmann 1993). Fernbedienungen werden zunehmend zum wichtigeren Interface zwischen Benutzer und Produkt.

Der Wunsch, einfache Handhabung auszustrahlen sowie das begrenzte Platzangebot durch die Miniaturisierung der Produkte führt immer mehr dazu, nicht wie bisher Geräte mit unzähligen Bedienknöpfen zu überfluten, sondern sich auf wenige Bedienelemente zu beschränken. Bei einer hohen Anzahl an Informationsmitteln hat das zur Folge, dass mit einem Bedienelement mehrere Funktionen gekoppelt sind. So kann über ein Stellteil im Kraftfahrzeug gleichzeitig die Bedienung des Radios, der Klimaanlage und des Telefons verbunden sein.

Diese Form der Informationsverdichtung in Verbindung mit unzureichender Gestaltung führt in der Praxis häufig zu schwer bedienbaren Geräten, welche einen erhöhten Bedarf an Aufmerksamkeit und Zeit sowie Fehlbedienung verursachen. Um optimale Handhabbarkeit und komfortable Bedienung gewährleisten zu können, steht die Auseinandersetzung mit der Gestaltung der Mensch-Maschine (Produkt) Schnittstelle verstärkt im Vordergrund.

Nach Murell (1971) steht die Ergonomie für die wissenschaftliche Betrachtung und das Entwickeln von Gestaltungsregeln für die Interaktion Mensch-Maschine mit dem Ziel, die Belastung des Menschen zu reduzieren.

Die Produktgestaltung (Industriedesign) leistet an dieser Stelle eine nützliche Ergänzung. Die sogenannten produktsprachlichen Funktionen beziehen sich auf die Gestalt eines Objekts (Maschine, Bedienelement) und stellen in der Produktentwicklung den disziplinären Beitrag des Industriedesigns dar (Bürdeck 1992). Die Gestalt eines Objekts erzeugt dabei nicht nur materielle Realität, sondern erfüllt auch eine kommunikative Funktion, die über die Sinne wahrgenommen wird.

Auf die Mensch-Maschine-Schnittstellengestaltung übertragen bedeutet das, die praktischen Funktionen der Bedienelemente und Anzeigen so in die Gestalt zu integrieren, dass diese bereits an deren visuell erfahrbaren Eigenschaften und Qualitäten, sozusagen beim bloßen Ansehen vom Benutzer verstanden werden können. Das heißt, durch die geeignete Anwendung und Kombination von Gestaltelementen und -ordnungen generiert der Industriedesigner in seiner Funktion als Experte auf dem Gebiet der Formgebung Zeichen, die dem Benutzer gewünschte Informationen zukommen lassen. Die Zeichen beschränken sich natürlich nicht nur auf die praktischen Funktionen, sondern können sich auch auf Bedeutungen wie Sportlichkeit, Luxus oder Präzision beziehen.

2. Empirische Untersuchung

Ziel einer empirischen Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen bestimmten Gestaltelementen und ergonomischen Stellteileigenschaften statistisch nachzuweisen und charakteristische Teilgestalten (Bestandteile einer Gestalt) zu ermitteln, die dem Anwender Eigenschaften von Bedienelementen visuell kommunizieren.

In einem Versuch wurden 50 Personen befragt, inwieweit sie mit ausgewählten Stellteilgestalten eine bestimmte Ausrichtung, Greifart, Bewegung oder Funktion verbinden. Um die beobachteten Entscheidungen der Versuchspersonen auf einzelne Teilgestalten der Greifelemente beziehen zu können, wurden 88 Stellteilmodelle nach folgender Systematik gestaltet (Abb. 1):




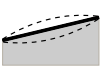




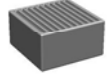


Grundkörper \ Teilgestalt	Grundkörper	Quader	Zylinder	Kugelsegment
				
	Schräge Oberfläche, konkav			
	Geriffelte Oberfläche			

Abbildung 1: Gestaltung der Stellteilmodelle für den Versuch am Beispiel von Quader, Zylinder und Kugelsegment in Verbindung mit zwei Teilgestalten

Betrachtet man die gebräuchlichen, mit den Fingern zu betätigenden Stellteiltypen, zeichnen sich als Grundkörper Quader, Kugeln, Kugelsegmente, Zylinder und Zylindersegmente ab. Durch Hinzufügen von Teilgestalten wie z. B. Schrägen, Wölbungen und Riffelungen werden individuelle Stellteilgestalten gebildet, die sich genau in einem Form- bzw. Texturelement voneinander unterscheiden. Abbildung 1 zeigt dies am Beispiel von Quader, Zylinder und Kugelsegment in Verbindung mit zwei Teilgestalten.

Eine von den Probanden visuell wahrgenommene Eigenschaft (z. B. geriffeltes Kugelsegment zeigt eine Rotationsbewegung in eine bestimmte Richtung an) konnte infolge der Gestaltssystematik immer einer Teilgestalt zugeordnet werden. Die aus den gezählten Probandenentscheidungen ermittelten Häufigkeiten waren auf statistische Signifikanz prüfbar.

Grundsätzlich bot es sich an, den Versuch mit realen oder virtuellen Prototypen durchzuführen. Die Wahl fiel auf die Versuchsdurchführung im virtuellen Raum. Das Anliegen, den visuellen Eindruck bei Erstbedienung unter Ausschluss des haptischen Sinneskanals zu erzeugen, konnte auf diese Weise am Besten erfüllt werden. Darüber hinaus ist die Darstellung der Stellteile im virtuellen Raum ohne bauliche und technische Einschränkungen möglich, was zusätzlichen Gestaltungsfreiraum gewährt. Schließlich ist die Organisation der 88 Modelle während der Versuchsdurchführung mittels virtueller Prototypen erheblich einfacher.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen bestimmten Stellteilgestalten und den Bedienelementmerkmalen Funktion, Bewegung, Greifart und Ausrichtung (Götz 2007).

Teilgestalten, die bezüglich der Merkmale Funktion, Bewegung und Greifart signifikant sind, werden als dominierende Gestaltmerkmale bezeichnet. Der visuelle In-

formationsgehalt dieser Teilgestalten in Bezug auf ihre Bedienung ist eindeutig, wodurch ein hoher Grad an Selbsterklärungsfähigkeit erreicht wird. Sie bilden nach ihrer Funktion tabellarisiert eine Vorlage für die Konzeption von Bedienelementen im Produktentwicklungsprozess (Abb. 2).

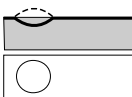
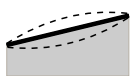

Typ	Bewegung	Greifart	Ausrichtung
 1) Oberflächensegment, bombiert (konkav, konvex), asymmetrisch auf Rechteck	R_{X+}	K	bombiertes Oberflächensegment zum Benutzer
 2) geneigte Oberfläche (konkav, eben, konvex)	R_{X-}	K	niedrige Seite zum Benutzer
 3) Fase umlaufend	T_z	K	beliebig

Abbildung 2: Beispiel dominierende Teilgestalten Ein/Aus (Abkürzungen: K = Kontaktgriff; R = Rotation; T = Translation; x, z = Achsenbezeichnung; ± = positive/negative Richtung)

3. Anwendungsbeispiel

Der Bedienelemententwurf in Abbildung 3 demonstriert die Anwendung der in den Tabellen allgemein dargestellten Gestaltmerkmale. Die Aufgabenstellung für diesen Entwurf bestand in der Konzeption eines Bedienelementmoduls, mit dem es möglich sein soll, in Interaktion mit einer Bildschirmdarstellung acht verschiedene Funktionen (A bis H) zu aktivieren. Jede Funktion enthält eine Liste (vertikal verlaufend) mit weiteren Auswahlmöglichkeiten.



Abbildung 3: Gestaltungsentwurf basierend auf den Erkenntnissen aus der Versuchsreihe (Bildschirmdarstellung links)

In einem ersten Schritt wurden aus den in Abbildung 2 vorgestellten Tabellen geeignete Stellteilgestalten ausgesucht. Die Tabelle (Abb. 2) zeigt eine Auswahl von Teilgestalten für die Ein/Aus-Funktion. Ein Stellteil mit geneigter Oberfläche (z. B. konkav) wird als Wippschalter verstanden und eignet sich zum Aktivieren einer Funk-

tion. Zum Navigieren innerhalb einer vertikalen Liste bietet sich ein Drehrad an, das u. a. durch ein geriffeltes Zylindersegment gekennzeichnet ist (Teilgestalten mehr/weniger, hier nicht aufgeführt). Das Drehrad hat den Vorteil der Endlosbewegung bei translatorischer Bewegung der betätigenden Hand bzw. des betätigenden Fingers, was der geplanten Listensteuerung am nächsten kommt.

Beim Zusammenführen der einzelnen Elemente zu einer Bedienelementeinheit wurde darauf geachtet, Links- und Rechtshänderbedienung gleichermaßen zu gewährleisten. Die daraus resultierende symmetrische Anordnung der Funktionstasten A bis H mit zentraler Listensteuereinheit (Scrollrad, Eingabe- und Löschtaste) wird darüber hinaus auf dem Bildschirm abgebildet, um damit die Kompatibilität zwischen Display und Bedienelementeinheit zu unterstützen.

Die Bestätigungs- und Löschwippen sollen sich gestalterisch von der Gruppe der Funktionswippen A-H abheben, da sie zur Erfüllung anderer Aufgaben dienen. Durch die Variation der Oberfläche, Hervorheben der Seitenflanken und eine andere Ausrichtung erhalten sie ein eigenständiges Erscheinungsbild.

Die bevorzugt Ausrichtung der Wipptaster, „niedrige Seite zum Benutzer“, wurde bei diesem Entwurf nicht berücksichtigt. Die Ausrichtung der Teilgestalten ist für das Erkennen der Stellteilmerkmale nicht zwingend erforderlich und daher als Option zu verstehen.

4. Fazit

Der erste Kontakt mit einem Bedienelement ist meistens visueller Natur. Man sieht es in der Regel, bevor man es greifen kann, gewinnt also einen visuellen Eindruck. Dieser erste Eindruck veranlasst den Operateur unmittelbar eine Entscheidung zu fällen, welches Objekt er für ein Stellteil hält, wie er es greifen und schließlich bewegen will. Virtual Reality Systeme eignen sich in hohem Maße zur Untersuchung dieser Form visueller Wahrnehmung, da sie unter Ausschluss des haptischen Sinneskanals realitätsnahe Abbilder der Wirklichkeit erzeugen.

Die hier vorgestellte Methode zur systematischen Gestaltanalyse und die damit ermittelten Gestaltungsvorschläge für Bedienelemente stellen ein Werkzeug dar, das die Konzeptphase bei der Mensch-Maschine-Schnittstellenentwicklung zielführend unterstützt. Das Zerlegen der Gestalt eines Stellteils in seine Teilgestalten und das Analysieren dieser unter dem Aspekt ihres visuellen Informationsgehalts ermöglicht die Integration benutzerfreundlicher Handhabung vom ersten Produktentwicklungsschritt an. Reale Prototypen lassen sich reduzieren bzw. einsparen, was dazu beiträgt, Zeitaufwand und Kosten zu senken.

5. Literatur

1. Bubb, H., 1992: Menschliche Zuverlässigkeit, Landsberg, ecomed - Fachverlag, , S. 142-144
2. Bürdek, B. E. 1992: Design: Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung, DuMont Verlag, Köln
3. Fischer, R. 1988: Design im Zeitalter der Mikroelektronik, hrsg. von HfG Offenbach
4. Götz, M. 2007: Die Gestaltung von Bedienelementen unter dem Aspekt ihrer kommunikativen Funktion, TU München, Dissertationsschrift
5. Murrell, K.F.H. 1971: Ergonomie: Grundlagen und Praxis der Gestaltung optimaler Arbeitsverhältnisse, Econ Verlag
6. Rühmann, H. 1993: Schnittstellen in Mensch-Maschinen-Systemen. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Lehrbuch der Ergonomie (Kapitel 5.4), S. 561. Carl Hanser Verlag, München, Wien