

Visuelle Komplexität, Ästhetik und Usability von Benutzerschnittstellen

Kerstin Eva Müller¹, Martin Schrepp²

Universität Heidelberg ¹
SAP AG²

Zusammenfassung

Die visuelle Komplexität ist ein Faktor, der beim Design neuer Benutzerschnittstellen berücksichtigt werden muss. Dafür ist es notwendig, diese Eigenschaft möglichst effizient messen zu können. Hierzu wurden bereits eine Reihe formaler Komplexitätsmaße vorgeschlagen, die die visuelle Komplexität direkt aus dem Design berechnen. Wir haben deren Eignung zur Vorhersage der subjektiv wahrgenommenen Komplexität von Web-Seiten (Web-Auftritte von Städten und Web-Shops) in zwei Online-Studien untersucht. Hierbei ergab sich für mehrere dieser Maße eine hohe Korrelation zwischen berechneter Komplexität und subjektiven Einschätzungen von Personen. Allerdings gab es für einzelne Web-Seiten auch massive Abweichungen zwischen berechneter Komplexität und den Einschätzungen der Teilnehmer. Ein weiteres Ergebnis war, dass sich erhöhte visuelle Komplexität negativ auf die wahrgenommene Usability und wahrgenommene Ästhetik einer Benutzerschnittstelle auswirkt.

1 Einleitung

Die wahrgenommene Ästhetik eines Stimulus ist nach Berlyne (1974) abhängig von dessen Erregungspotential. Hierbei wird ein invertierter U-förmiger Zusammenhang angenommen, d.h. Stimuli mit einem mittleren Erregungspotential sollten als ansprechender wahrgenommen werden als Stimuli mit einem zu niedrigen (langweilig) oder zu hohen (unangenehm) Erregungspotential. Eine andere Art des Zusammenhangs folgt aus Birkhoffs *Aesthetic Measure* (Birkhoff, 1933). Hier wird eine Beziehung der Form *Ästhetik = Ordnung / Komplexität* angenommen. Abstrahiert man von der konkreten Formel, sollte die ästhetische Bewertung mit zunehmender Komplexität eines Stimulus sinken.

Über den Zusammenhang zwischen Ästhetik, Usability und Komplexität von Benutzerschnittstellen gibt es widersprüchliche Befunde. Geissler et al. (2006) bzw. Comber & Maltby (1994) fanden, dass Nutzer ein mittleres Komplexitätsniveau (d.h. im Sinne von Berlyne ein mittleres Erregungspotential) bevorzugen. Dagegen fanden Pandir & Knight (2006) bzw. Tuch et al. (2009) eine negative Korrelation zwischen visueller Komplexität und Ästhetik von Web-Seiten. Mehrere Studien zeigten, dass als ästhetisch wahrgenommene Produkte auch als gut bedienbar wahrgenommen werden (siehe z.B. Tractinsky, 1997).

Für das Design neuer Anwendungen ist es wichtig, die visuelle Komplexität verschiedener Entwürfe beurteilen zu können. Dies kann über Nutzerbefragungen oder experimentelle Techniken erfolgen, z.B. Paarvergleiche (z.B. Schrepp et al., 2007). Solche Methoden sind aber zeit- und kostenintensiv.

Eine Alternative ist die Berechnung der visuellen Komplexität über Komplexitätsmaße. Hier ist keine Befragung von Nutzern erforderlich. Allerdings ist hier zu klären, ob die verwendeten Maße die subjektive Wahrnehmung realer Nutzer hinreichend gut beschreiben. Diese Frage wollen wir in mehreren Web-Experimenten untersuchen. Zusätzlich wollen wir der Frage nachgehen, wie Komplexität, ästhetischer Eindruck und wahrgenommene Usability (apparent usability) einer Benutzerschnittstelle zusammenhängen.

2 Messung der Komplexität eines Layouts

Für die Messung der Komplexität einer Benutzerschnittstelle wurden bereits einige Algorithmen vorgeschlagen, die wir im Folgenden kurz besprechen wollen.

2.1 Kompressionsalgorithmen

Untersuchungen von Donderi (2006) zeigten einen starken Zusammenhang zwischen der File-Größe von JPEG komprimierten Bilddateien und der subjektiv wahrgenommenen Komplexität der Bilder. Auf theoretischer Seite besteht hier eine Verbindung zu Konzepten der Informationstheorie, z.B. dem Minimal Description Length Prinzip (Rissanen, 1978). Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Subband Entropy, kurz SE (Rosenholtz et al. 2007). Hier wird die Effizienz, in der ein Bild unter Beibehaltung der Bildqualität kodiert werden kann, als Maß für visuelle Komplexität verwendet.

2.2 Layout Komplexität

Das Layout-Komplexitätsmaß (LK) von Bonsiepe (1968) berücksichtigt die Ausrichtung von Elementen an horizontalen und vertikalen Linien und die Variabilität der Element-Größen. Hierzu wird das Layout in Gruppen unterteilt (visuell als Einheit wahrgenommene Mengen von Elementen, wobei undefiniert bleibt, wie genau diese Gruppierung vorzunehmen ist). Jede Gruppe wird dann durch ein Rechteck ersetzt, welches die Elemente in der Gruppe exakt bedeckt. Für jedes dieser Rechtecke werden Höhe, Breite und die Entfernungen zum linken und oberen Rand der Seite berechnet. LK wird dann (ähnlich zur Shannon-Entropie) berechnet durch:

$$LK = -N \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

Dabei ist N die Gesamtzahl der Höhen, Breiten, Abstände nach oben bzw. links. Die Höhen, Breiten, Abstände nach oben bzw. links werden in n Klassen eingeteilt, wobei eine Klasse immer nur identische Höhen, Breiten und Abstände enthält. Der Wert p_i beschreibt die Wahrscheinlichkeit der Klasse i , d.h. die Zahl der Werte in dieser Klasse dividiert durch N .

Um ein bzgl. LK möglichst einfaches Layout zu erreichen, sollten alle Gruppen auf der Benutzerschnittstelle also möglichst identische Höhen und Breiten aufweisen und an möglichst wenigen horizontalen und vertikalen Linien ausgerichtet sein.

2.3 Feature Congestion

Das *Feature Congestion* (FC) Maß (Rosenholtz et al., 2005) berechnet die Unübersichtlichkeit (Clutter) eines Bildes. Die Grundidee hinter diesem Maß ist, dass ein Bild umso unordentlicher ist, je schwieriger es ist ein neues Element hinzuzufügen, das die Aufmerksamkeit auf sich zieht.

FC berücksichtigt die Vielfalt der verwendeten Farben, Orientierung von Objekten und Helligkeitskontraste für die Berechnung der Unübersichtlichkeit. Eine Benutzerschnittstelle ist komplex, wenn bereits viele Farben, Objektorientierungen und Helligkeitskontraste verwendet werden, die die Aufmerksamkeit des Nutzers binden. Es ist in diesem Fall schwierig, ein neues Objekt einzufügen, welches sich durch eines dieser Merkmale von den bereits vorhandenen Objekten unterscheidet und dadurch hervorsteht.

Das FC Maß zeigt einen deutlichen Zusammenhang mit der Performance bei Suchaufgaben (Rosenholtz et al., 2007). Je höher der FC Wert, desto länger brauchen Personen, um ein vorgegebenes Ziel in einem Bild zu finden. Eine Untersuchung mit Web-Seiten zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen dem FC Maß und der subjektiven Wahrnehmung von Nutzern (Lafleur & Rummel, 2011).

2.4 Dichte

Für simple Schwarz-Weiß-Bilder oder Texte kann die durchschnittliche Tintenmenge pro Einheit als Maß der Informationsdichte (DI) herangezogen werden (Frank & Timpf, 1994). Dieses Maß kann auf Web-Seiten übertragen werden, wenn man die Pixel ungleich der Hintergrundfarbe mit der Anzahl der Pixel insgesamt ins Verhältnis setzt.

2.5 Anzahl der Elemente (Set size)

Die Anzahl der unterscheidbaren Elemente (AE) auf einer Benutzerschnittstelle kann einen großen Anteil an Reaktionszeiten bei einfachen Suchexperimenten erklären. AE beschreibt die Suchschwierigkeit bzw. die Unterscheidbarkeit von Ziel-Items von Distraktoren (Rosenholtz et al., 2007). Die exakte Berechnung von AE hängt natürlich von der Entscheidung ab, was man als unterscheidbares Element auf einer Web-Seite definiert. In dieser Arbeit wurde AE auf Ebene der visuell abgrenzbaren Gruppen auf der Seite berechnet.

3 Studien

Die Eignung der beschriebenen Komplexitätsmaße, die subjektiv wahrgenommene Komplexität einer Web-Seite zu beschreiben, wird in zwei Online-Studien untersucht.

3.1 Vorstudie und Entwicklung des Fragenkatalogs

Die Vorstudie sollte klären, nach welchen Kriterien Personen die visuelle Komplexität von Web-Seiten beurteilen.

An der Vorstudie nahmen 21 Personen (14 weiblich, 7 männlich, Durchschnittsalter 29,9 Jahre) teil. Die Untersuchung wurde als Online-Experiment durchgeführt. Im ersten Teil dieses Experiments sollten die Teilnehmer 4 Homepages von Universitäten auf einer 7-stufigen Likertskala (*Die Homepage der Hochschule ... finde ich einfach ↔ komplex*) beurteilen. Dies sollte die Teilnehmer dazu bringen, sich mit dem Konstrukt *Komplexität* anhand konkreter Beispiele zu beschäftigen. Danach sollten die Teilnehmer folgenden Satz vervollständigen: *Eine komplexe Webseite ist für mich eine Seite, die*

Die Antworten auf die Vervollständigungsaufgabe wurden in der Auswertung inhaltlich gruppiert. Bis auf wenige Ausnahmen waren die Antworten den Kategorien *Anzahl der Elemente bzw. Informationen auf der Seite* und *Übersichtlichkeit der Anordnung der vorhandenen Informationen* zuzuordnen.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden für die folgenden Studien folgende 7 Items ausgewählt:

Komplexität: *Die Seite hat viele Elemente*

Die Seite ist übersichtlich

Usability: *Ich denke, ich würde mit der Seite gut zurechtkommen*

Ästhetik: Für die Messung der ästhetischen Qualität wurde der VISAWI-S (Thielsch & Moshagen, 2011) mit den 4 Fragen (*Auf der Seite passt alles zusammen, Die Seite ist angenehm vielseitig, Die farbliche Gesamtgestaltung wirkt attraktiv, Das Layout ist professionell*) verwendet.

Die in den folgenden Studien verwendeten Web-Seiten wurden also anhand dieser 7 Items von den Teilnehmern beurteilt. Die Items waren jeweils als 7-stufige Likert-Skalen realisiert.

3.2 Studie 1

Teilnehmer

Die Teilnehmer wurden über mehrere Gruppen des sozialen Netzwerks Xing und über verschiedene Online-Foren angeworben. Die Teilnehmer wurden für ihre Teilnahme nicht entlohnt. Die Startseite des Experiments wurde 239 mal aufgerufen. Die Daten von 169 Personen (44% männlich, 43% weiblich, 13% ohne Angabe) waren vollständig (Drop Out Rate 29,3%) und konnten in die Auswertung einbezogen werden. Das Alter der Teilnehmer lag zwischen 15 und 58 Jahren (MW = 31,75; SD = 9,52).

Verwendete Materialien

Als Stimuli wurden zehn Einstiegsseiten von Web-Auftritten deutscher Städte verwendet, da sich in diesem Bereich eine große Bandbreite an Komplexität finden ließ. Bei der Auswahl wurde versucht, ein möglichst breites Spektrum an visueller Komplexität abzubilden (gemessen an der subjektiven Wahrnehmung der Autoren). Von den ausgewählten Seiten wurden in der Auflösung 1024 x 768 Screenshots gezogen. Abbildung 1 zeigt zwei der verwendeten Seiten.

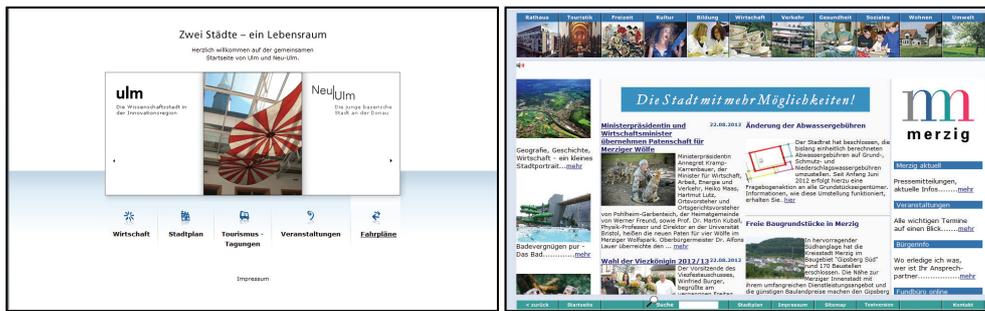


Abbildung 1: Seite mit niedriger (links) und hoher visueller Komplexität (rechts). Diese Seiten entsprechen den Seiten 1 und 10 in den Abbildungen 2 und 3.

Ablauf der Studie

Nachdem der Teilnehmer die Online-Studie aufgerufen hatte, wurde zunächst eine Seite mit allgemeinen Instruktionen zur Studie angezeigt. Danach wurde zufällig eine der 10 Einstiegssseiten als Screenshot dargeboten. Der Teilnehmer konnte diese so lange betrachten, wie er mochte. Unter dem Screenshot befand sich ein Online-Formular mit den oben beschriebenen 7 Fragen. Anhand dieser Fragen konnte der Teilnehmer die Seite bewerten. Nach Ausfüllen dieses Formulars wurde die nächste zufällig gewählte Seite angeboten.

Jeder Teilnehmer beurteilte in dieser Weise 3 zufällig ausgewählte Seiten (aus dem Vorrat der 10 ausgewählten Web-Auftritte). Ziel dieser Vorgehensweise war es, die Bearbeitungszeit für den Teilnehmer zu senken und dadurch die Abbruchquote gering zu halten. Allerdings waren dadurch nicht alle Seiten von der gleichen Zahl von Teilnehmern beurteilt (die Zahl der Urteile pro Seite variierte zwischen 40 und 59).

Ergebnisse

Die wahrgenommene Komplexität korreliert negativ mit der über den VISAWI-S bestimmten ästhetischen Bewertung (-0,36, $p < 0,001$) und der wahrgenommenen Usability (-0,49, $p < 0,001$). Es zeigte sich auch der aus vielen Studien bekannte Effekt einer hohen Korrelation (0,52, $p < 0,001$) zwischen ästhetischer Beurteilung und wahrgenommener Usability.

Abbildung 2 zeigt die Werte bzgl. dieser drei Dimensionen für die 10 untersuchten Web-Seiten (die Seiten wurden dabei nach der subjektiv eingeschätzten Komplexität aufsteigend sortiert).

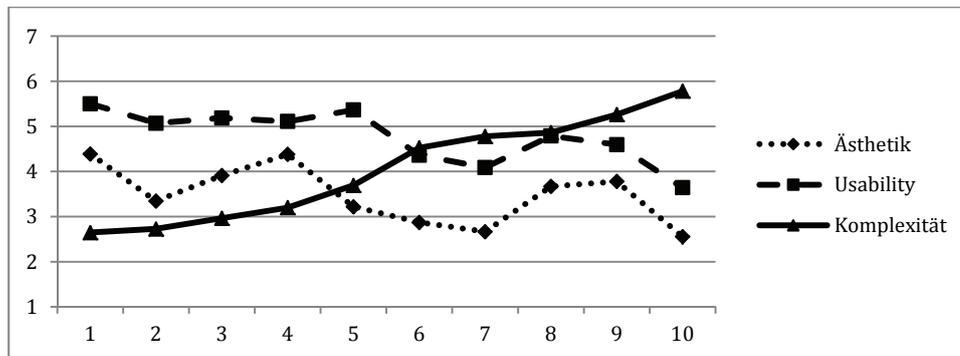


Abbildung 2: Wahrgenommene Komplexität, Ästhetik und Usability für die Web-Seiten aus Studie 1.

Bezüglich der Fähigkeit der Komplexitätsmaße, die subjektiven Bewertungen vorherzusagen, ergaben sich folgende Korrelationen zwischen den beobachteten Komplexitätswerten und den Maßen: JPEG (0,80), SE (0,70), FC (0,78), LK (0,81), DI (0,26), AE (0,82). D.h. bis auf die Dichte zeigen alle Maße eine sehr hohe Korrelation zu den beobachteten Werten.

Eine genauere Analyse der beobachteten Werte pro Web-Seite (hierfür wurden alle Maße auf den Wertebereich [0, 1] skaliert und in die gleiche Richtung gebracht, so dass höhere Werte stets für eine höhere Komplexität stehen) zeigt allerdings, dass keines der Maße in der Lage ist, die Rangreihe der Web-Seiten bzgl. der beobachteten Komplexität exakt vorherzusagen (siehe Abbildung 3). Für einzelne Web-Seiten gibt es hier erhebliche Abweichungen zwischen berechnetem Wert und der mittleren Komplexitätsbewertung der Teilnehmer (KOMP). D.h. beim praktischen Einsatz dieser Maße zum Vergleich verschiedener Design-Alternativen ist durchaus Vorsicht geboten, da es hier zu starken Fehleinschätzungen kommen kann.

Der Verlauf der JPEG, SE und FC Kurven ist extrem ähnlich. Die einzelnen Bewertungen korrelieren hier sehr hoch (JPEG/FC: 0,97, JPEG/SE: 0,96 und FC/SE: 0,95). Diese drei Maße messen offenbar identische Aspekte (was aufgrund der Definition bei JPEG und SE natürlich auch zu erwarten ist). Dagegen unterscheiden sich die Verläufe von LK und AE deutlich voneinander und von den Komprimierungsmaßen, d.h. messen offenbar unterschiedliche Aspekte visueller Komplexität.

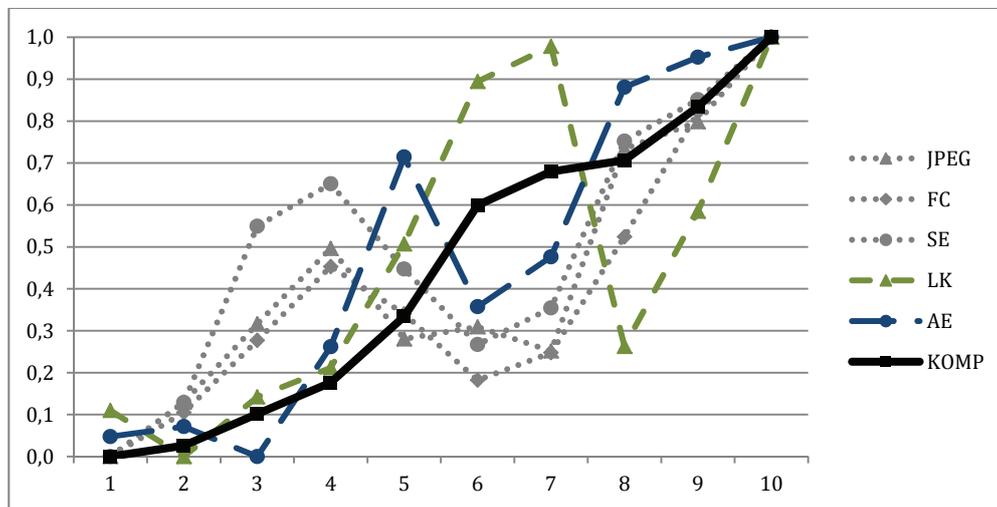


Abbildung 3: Wahrgenommene Komplexität und aus den Maßen generierte Vorhersagen für Studie 1.

3.3 Studie 2

Teilnehmer

Die Teilnehmer wurden über mehrere Gruppen des sozialen Netzwerks Xing und über verschiedene Online-Foren angeworben. Die Teilnehmer wurden für ihre Teilnahme nicht entlohnt. Die Startseite des Experiments wurde 207 mal aufgerufen. Die Daten von 101 Personen (42% männlich, 41% weiblich, 17% ohne Angabe) waren vollständig (Drop Out Rate

51,2%) und konnten in die Auswertung einbezogen werden. Das Alter der Teilnehmer lag zwischen 18 und 58 Jahren (MW = 32,4; SD = 9,91).

Verwendete Materialien

Als Stimuli wurden zehn Einstiegsseiten von Web-Shops verwendet. Von diesen Seiten wurden in der Auflösung 1024 x 768 Screenshots gezogen.

Ablauf der Studie

Der Ablauf entsprach exakt dem Ablauf von Studie 1. Die Zahl der Urteile pro Seite variierte hier zwischen 22 und 33.

Ergebnisse

Die wahrgenommene Komplexität korreliert stark negativ mit der über den VISAWI-S bestimmten ästhetischen Bewertung ($-0,46$, $p < 0,001$) und der wahrgenommenen Usability ($-0,54$, $p < 0,001$). Es zeigte sich auch hier wieder eine hohe Korrelation ($0,51$, $p < 0,001$) zwischen ästhetischer Beurteilung und wahrgenommener Usability. Abbildung 4 zeigt die Werte bzgl. dieser drei Dimensionen für die 10 untersuchten Web-Shops (diese wurden dabei wieder nach ihrer subjektiv wahrgenommenen Komplexität aufsteigend sortiert).

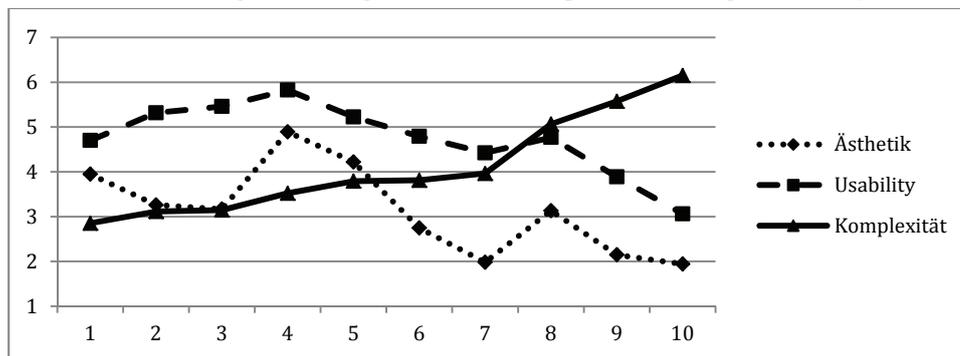


Abbildung 4: Wahrgenommene Komplexität, Ästhetik und Usability für die Web-Seiten aus Studie 2.

Bezüglich der Fähigkeit der Komplexitätsmaße, die subjektiven Bewertungen vorherzusagen, ergaben sich folgende Korrelationen zwischen den beobachteten Komplexitätswerten und den Maßen: JPEG (0,83), SE (0,74), FC (0,80), LK (0,89), DI (0,10), AE (0,97). D.h. das Ergebnis dieser Studie bestätigt die Ergebnisse von Studie 1.

Eine genauere Analyse der beobachteten Werte pro Web-Seite zeigt auch hier (siehe Abbildung 5), dass keines der Maße in der Lage ist die Rangreihe der Web-Seiten bzgl. der beobachteten Komplexität (KOMP) exakt vorherzusagen.

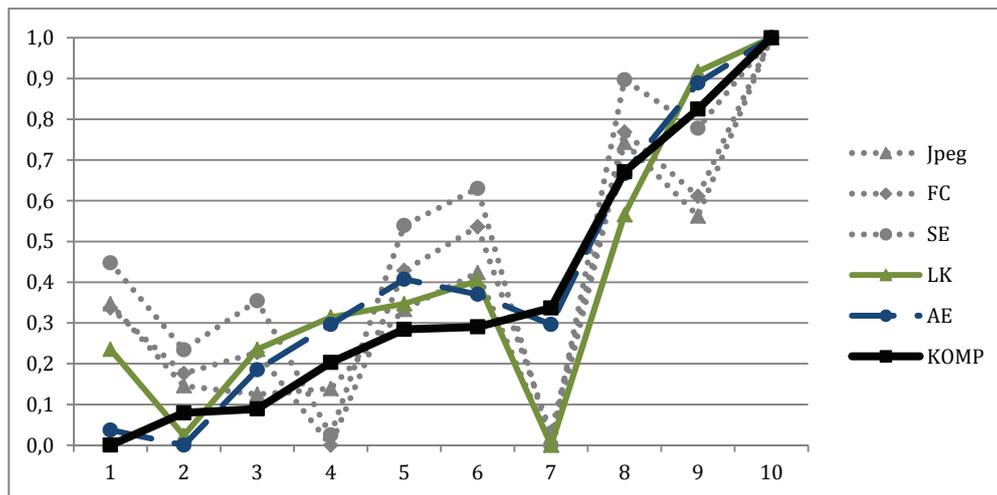


Abbildung 5: Wahrgenommene Komplexität und aus den Maßen generierte Vorhersagen für Studie 2.

Der Verlauf der JPEG, SE und FC Kurven ist auch hier extrem ähnlich. Die einzelnen Bewertungen korrelieren sehr hoch (JPEG/FC: 0,97, JPEG/SE: 0,94 und FC/SE: 0,98). Dies bestätigt das Ergebnis in Studie 1, d.h. diese drei Maße messen offenbar die gleiche Qualität.

4 Diskussion

Wir untersuchten, ob sich die wahrgenommene Komplexität einer Benutzerschnittstelle mit Komplexitätsmaßen berechnen lässt. Hierzu wurden in zwei Studien zu Web-Auftritten von Städten bzw. Web-Shops die von Teilnehmern abgegebenen Komplexitätsbewertungen mit den Vorhersagen der Komplexitätsmaße verglichen. Die Maße LK, AE, SE, FC und JPEG zeigten dabei sehr hohe Korrelationen zu den beobachteten Werten.

Betrachtet man die Bewertungen der einzelnen Web-Seiten, so zeigen sich zum Teil massive Abweichungen zwischen den Einschätzungen der Teilnehmer und der Vorhersage der Maße. D.h. bei der praktischen Anwendung der Maße zum Vergleich konkreter Design-Alternativen ist Vorsicht geboten. Hier sollte man sich nicht nur auf eines dieser Maße verlassen, sondern ggfs. die Komplexität mit mehreren dieser Maße berechnen.

In beiden Studien verhielten sich die Maße SE, FC und JPEG in Bezug auf die vorhergesagte Komplexität fast identisch. Dies wurde mit einer Menge von 45 Web-Seiten noch einmal verifiziert. Pro Seite wurden die Werte aller drei Maße berechnet. Die Korrelationen zwischen diesen Werten waren extrem hoch: JPEG/SE: 0,95, JPEG/FC: 0,92 und SE/FC: 0,92. Da SE und JPEG beides Kompressionsmaße sind, ist dieses Ergebnis für diese beiden Maße nicht weiter verwunderlich. In Bezug auf FC ist aus der theoretischen Definition des Maßes nicht unmittelbar klar, woraus der hohe Zusammenhang mit JPEG und SE resultiert.

Die Maße LK, AE und die Kompressionsmaße JPEG, SE und FC berücksichtigen offenbar jeweils andere Aspekte visueller Komplexität. Hieraus ergibt sich eine Möglichkeit weiterer Optimierungen. Zum Beispiel erzielt schon eine Mittenbildung $(AE + LK + JPEG) / 3$ aus AE, LK und JPEG eine deutlich bessere Vorhersage (siehe Abbildungen 3 und 5) als die

Einzelmaße, d.h. die von den einzelnen Maßen verwendeten Aspekte scheinen für die menschliche Wahrnehmung von Komplexität alle relevant zu sein. Weitere Untersuchungen sollten sich hier auf die Frage konzentrieren, ob man durch eine geschickte Kombination einzelner Komplexitätsmaße eine verbesserte Schätzung erreichen kann.

Weiterhin haben wir den Zusammenhang zwischen wahrgenommener Usability, Ästhetik und visueller Komplexität untersucht. Hier ergab sich in beiden Studien, dass eine höhere Komplexität sich negativ auf die ästhetische Bewertung und wahrgenommene Usability einer Web-Seite auswirkt. Hinweise auf eine Bevorzugung eines mittleren Komplexitätsniveaus im Sinne von Berlyne (1974) fanden sich in den Daten nicht.

Wir haben die Komplexitätsmaße anhand zweier verschiedener Stichproben deutscher Web-Seiten untersucht (Universitäten und Städte). Die Ergebnisse waren weitgehend identisch. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass für völlig andere Typen von Web-Seiten (z.B. Nachrichten-Portale) oder auch andere Kulturkreise (z.B. Web-Auftritte asiatischer Städte) andere Ergebnisse gefunden werden. Hier sind noch weitere Untersuchungen notwendig, um die Generalisierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen. Eine weitere potentielle Fehlerquelle liegt in der Rekrutierung der Teilnehmer über Xing bzw. Online-Foren, da hier sicher keine wirklich repräsentative Stichprobe aller Web-Nutzer zustande kam. Auch hier sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Ergebnisse abzusichern.

Literatur

- Berlyne, D. (1974). *Studies in the New Experimental Aesthetics*. Hemisphere Publishing, Washington, DC.
- Birkhoff G. D. (1933). *Aesthetic Measure*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Bonsiepe, G. A. (1968). A method of quantifying order in typographic design. *Journal of Typographic Research*, 2, S. 203-220.
- Comber, T., & Maltby, J. R. (1994). Screen complexity and user design preferences in windows applications. In S. Howard & Y. K. Leung (Eds.), *Harmony through working together: proceedings of OZCHI 94*, S. 133-137. Melbourne, Australia: CHISIG.
- Donderi, D.C. (2006). Visual Complexity: A Review. *Psychological Bulletin* 2006, 132(1), S. 73–97.
- Frank, A. & Timpf, S. (1994). Multiple representations for cartographic objects in a multi-scale tree – An intelligent graphical zoom. *Computers & Graphics*, 18, S. 823-829.
- Geissler, G. L., Zinkhan, G. M., & Watson, R. T. (2006). The influence of home page complexity on consumer attention, attitudes, and purchase intent. *Journal of Advertising*, 35(2), S. 69-80.
- Lafleur, C. & Rummel, B. (2011). Predicting Perceived Screen Clutter By Feature Congestion. In: Eibl, M. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2011: überMEDIEN|ÜBERmorgen*. München: Oldenbourg Verlag, S. 101-109.
- Pandir, M. & Knight, J. (2006). Homepage aesthetics: The search for preference factors and the challenge of subjectivity. *Interacting with Computers*, 18(6), S. 1351-1370.
- Rissanen, J. (1978). Modeling By Shortest Data Description. *Automatica*, Vol. 14, S. 465-471
- Rosenholtz, R.; Li, Y. & Nakano, L. (2007). Measuring visual clutter. *Journal of Vision*, 7(2):17, S. 1-22.
- Rosenholtz, R., Li, Y., Mansfield, J. & Jin, Z. (2005). Feature congestion, a measure of display clutter. *SIGCHI*, S. 761-770. Portland: Oregon.

- Schrepp, M., Held, T. & Fischer, P. (2007). Untersuchung von Designpräferenzen mit Hilfe von Skalierungsmethoden. *MMI Interaktiv*, 13, S. 72-82.
- Thielsch, M. T. & Moshagen, M. (2011). Erfassung visueller Ästhetik mit dem VisAWI. In H. Brau, A. Lehmann, K. Petrovic & M. C. Schroeder (Hrsg.), *Usability Professionals 2011*, S. 260-265. Stuttgart: German UPA e.V.
- Tractinsky, N. (1997). *Aesthetics and Apparent Usability: Empirical Assessing Cultural and Methodological Issues*. CHI'97 Electronic Publications.
- Tuch, A., Bargas-Avilaa, J., Opwis K., Wilhelm, F. (2009). Visual complexity of websites: Effects on users' experience, physiology, performance, and memory. *Int. J. Human-Computer Studies* 67, S. 703–715.

Kontaktinformationen

Kerstin Eva Müller: kerstin.eva.mueller@gmx.de, Martin Schrepp: martin.schrepp@sap.com