

# Effizientes Testen der Gebrauchstauglichkeit mit Hilfe des digitalen Stifts

**Ulrich Bröckl**  
Hochschule Karlsruhe  
Technik und Wirtschaft  
Moltkestraße 30  
76133 Karlsruhe  
Ulrich.Broeckl@hs-karlsruhe.de

**Dominik Hamsch**  
Hochschule Karlsruhe  
Technik und Wirtschaft  
Moltkestraße 30  
76133 Karlsruhe  
Dominik.Hamsch@hs-karlsruhe.de

**Konstantin Holl**  
Hochschule Karlsruhe  
Technik und Wirtschaft  
Moltkestraße 30  
76133 Karlsruhe  
Konstantin.Holl@hs-karlsruhe.de

## Abstract

Der Einsatz von digitalen Stiften beim Testen der Gebrauchstauglichkeit ermöglicht sowohl ein effizientes Durchführen als auch ein effizientes Auswerten der Tests.

Dazu stellt der Beitrag Ergebnisse eines Gebrauchstauglichkeitstests vor. Diese wurden durch eine Befragung auf dem World Usability Day 2008 in Stuttgart durchgeführt. Bei diesen Gebrauchstauglichkeitstests sollten Probanden Sinnbilder (Ikonen) zu den dazu passenden Beschreibungen (Texten) aus einer n:m-Auswahl auswählen.

Für eine Auswertung der ausgefüllten Bögen schien die Messung der Zeiten für die jeweiligen Zuordnungen als Maß

für die Selbstbeschreibungsfähigkeit als sinnvoll. Die Technologie des benutzten Stifts wurde dazu eingesetzt, den Zeitstempel für jeden Teilschriftzug (Stroke) zu speichern. In der Studie war es nicht erforderlich die Zeit manuell zu stoppen. Hierfür wurde ein Programm bei der späteren Auswertung eingesetzt.

Bei den Gebrauchstauglichkeit-Tests nahmen 57 Probanden im Alter zwischen 7 und 86 Jahren teil. Aus den hier vorgestellten Ergebnissen der Auswertung soll aufgezeigt werden, dass der digitale Stift erhebliches Potential zur Steigerung der Effizienz beim Testen der Gebrauchstauglichkeit hat.

Als Vorteile des digitalen Stifts sind die Speicherung und die Zuordenbarkeit der Dokumente zu den jeweiligen Zeitstempeln zu nennen. Hiermit vereinfachen sich die Zeitnahme und die weitere Auswertung für Gebrauchstauglichkeit-Tests. Gerade bei älteren Personen, die bei solchen Tests teilnehmen sollen, erhöht sich durch den Einsatz des digitalen Stifts die Effektivität und Akzeptanz beim Testen.

## Keywords

Digitaler Stift, World Usability Day, Testen der Gebrauchstauglichkeit, Aktivitätsbeschränkungen, Papierprototypen

## 1.0 Einleitung

Bei Gebrauchstauglichkeit-Tests mit Benutzergruppen, die in ihrer Aktivität eingeschränkt sind, treten Probleme bei der Bedienung von PC-Systemen mit Standardperipherie auf. Bei stift- und papierbasierten Systemen hingegen, fällt das Handicap beim Testen weg. Dies kann weiterhin das Testen bei aktivitätseingeschränkten Menschen ermöglichen.

Des Weiteren ergibt sich beim Einsatz eines digitalen Stifts der Vorteil einer automatischen Zeiterfassung der Eingaben des Probanden beim Testlauf. Dadurch wird ein effizienteres Testen der Gebrauchstauglichkeit möglich.

## 2.0 Grundlagen

Dieser Abschnitt wird zunächst auf den Begriff der Gebrauchstauglichkeit eingehen und weiter die Grundsätze des Testens im Bezug auf den digitalen Stift vorstellen. Anschließend wird die Technik des digitalen Stifts sowie des digitalen Papiers im Detail erklärt.

### 2.1 Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeit (Usability) eines Produkts wird nach ISO9241-11 (1998) wie folgt definiert:

"Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele ef-

fektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen."

Nach dieser Definition wird das Testen der Gebrauchstauglichkeit im nächsten Abschnitt bezüglich des Stifteinsatzes erläutert.

### 2.2 Testen der Gebrauchstauglichkeit mit Stift

Idealerweise werden schon in der Entwurfsphase des Projekts Tests zur Gebrauchstauglichkeit durchgeführt. Hierzu werden am Rechner erstellte Prototypen eingesetzt. Der zeitliche Aufwand und die für die Entwicklung anfallenden Kosten sind allerdings sehr hoch. Günstiger sind dagegen stift- und papierbasierte Tests. Mit ihnen lassen sich auch Menschen mit Aktivitätsbe-

schränkung als Probanden einsetzen. Nach CEN (2003) zählen zu diesen Menschen z.B. solche, die nicht mit Computermaus und Computertastatur vertraut sind. Diese Gruppe von Menschen wäre ansonsten für diese Tests ausgeschlossen.

Mögliche papierbasierte Testobjekte sind z.B. Metaphern, die in Form von Ikonen in Dialogsystemen eingesetzt werden. Metaphern unterstützen nach Arndt (2006) die Bildung von mentalen Modellen des Nutzers. Nach Johnson (2001) bezeichnet ein mentales Modell eine Form der analogen Repräsentation von Wissen.

Ob diese Analogie beim Proband verstanden wird, kann mit dem System aus digitalem Stift und digitalem Papier getestet werden. Um eine effiziente Auswertung des Tests zu erreichen, kann diese durch ein entsprechendes Programm, das die Stiftdaten verarbeitet, automatisiert werden.

### 2.3 Digitaler Stift

Im Querschnitt des verwendeten Anoto-Stifts, der in Abb. 1 gezeigt wird, ist die Infrarotkamera die essentielle Komponente (Infrarot wird im Folgenden IR genannt). Diese Kamera erfasst handschriftliche Notizen, sofern das zuvor erwähnte digitale Papier verwendet wird.

Die IR-Kamera verfügt über eine IR-LED. Das ausgesandte IR-Licht dieser LED wird vom Papier reflektiert und die Intensität der Reflexion mit der IR-Kamera aufgenommen. Nach Kauranen (2009) werden Bereiche ohne karbonhaltige Farbe stärker reflektiert als das Punkteraster auf dem Papier, welches mit karbonhaltiger schwarzer Farbe ausgedruckt ist, da diese das IR-Licht dämpfen.

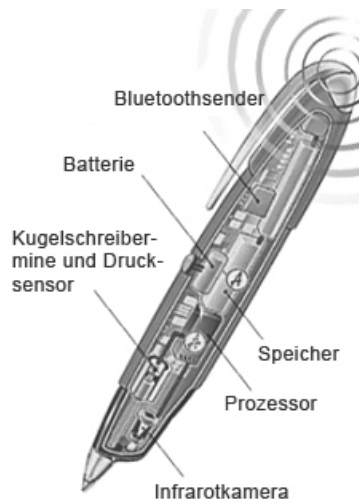


Abb. 1: Die Anoto Stifttechnologie

Eine weitere wichtige Funktion des digitalen Stifts ist, dass zu jedem Teilschriftzug (Stroke) der Zeitstempel gespeichert wird.

Die Erfassung der aktuellen Stiftposition geschieht nicht ausschließlich über die interne Funktion des digitalen Stifts sondern mit Hilfe von digitalem Papier.

### 2.4 Digitales Papier

Das von Anoto patentierte Pattern, dargestellt in Abb. 2, ist mit Punkten in einem Abstand von 0,3 mm auf handelsübliches Papier gedruckt. Dieses Pattern ist für das menschliche Auge kaum sichtbar und erscheint als ein hellgrauer Hintergrund.

Durch die vier verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten der Punkte, wie in Abb. 3 zu sehen, und der durch die Kamera erfassten Matrize von 6x6 Punkten, entstehen  $2^{32}$  verschiedene Möglichkeiten, diese Fläche eindeutig zu identifizieren. Durch diese verschiedenen Möglichkeiten und der Fläche von 3,24 mm<sup>2</sup> würde dies nach Kauranen (2009) einer Gesamtfläche von ca. 4,6 Millionen km<sup>2</sup> entsprechen. Das bedeutet, dass auf dieser Ge-

samtfläche die Stiftposition korrekt erkannt werden kann.

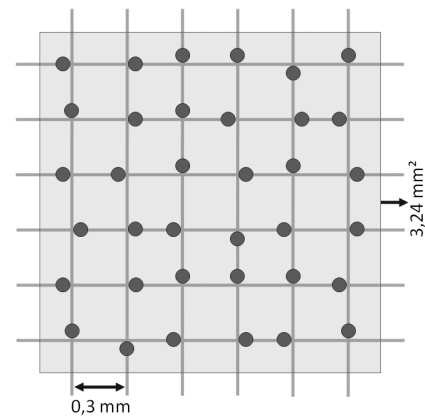


Abb. 2: Anoto Pattern

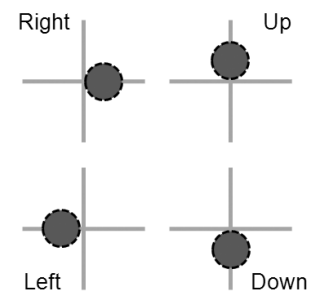


Abb. 3: Anordnungsmöglichkeiten der Punkte im Anoto Pattern

### 3.0 Einsatz auf dem World Usability Day 2008 in Stuttgart

Im Rahmen dieser Veranstaltung traten die Besucher nicht nur als bloße Interessenten auf, sondern stellten sich den Ausstellern auch als Probanden zu Verfügung.

Insgesamt konnte das Forschungsprojekt HadiMe (Handschrift zur Steuerung integrierter heterogener digitaler Medien) dadurch über 57 Personen zwischen 7 und 86 Jahren für einen Ikonen-Test gewinnen. Ikonen spielen in der Technik eine elementare Rolle, da sie für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sehr hilfreich sind. Dabei soll die Benutzung der Ikone

möglichst intuitiv und die damit verknüpfte Funktion leicht verständlich sein.

### 3.1 Ziele des Tests

In dem Forschungsprojekt HadiMe der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft und der Firma Actimage GmbH & Co.KG kommuniziert der digitale Stift mit einem Mobiltelefon und letztendlich mit dem Internet (DLR 2008).

In diesem Projekt mussten die Smartphone-Ikonen des benutzten Smartphones hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit untersucht werden.

Dazu wurde eine papierbasierte n:m-Metapher (siehe Abb. 4 und Abb. 5) entworfen, die ein Testen der Gebrauchstauglichkeit mit Hilfe des digitalen Stifts ermöglicht.

Weiter sollte mit dem Einsatz des digitalen Stifts zum effizienteren Messen der Gebrauchstauglichkeit Erfahrung gesammelt werden. Schließlich war das Schaffen einer Plattform für weiteres Testen mit dem digitalen Stift im Projekt ein Ziel.

Motiviert waren diese Zielsetzungen durch die Vorteile, die der digitale Stift verspricht: Die automatisierte Zeiterfassung erspart die manuelle Zeitmessung und ist zudem wesentlich genauer. Schließlich wird die Zeit eines Strokes durch den digitalen Stift Millisekundengenau erfasst (Despont-Gros 2005). Eine Handstoppung dem gegenüber bringt nach Schwameder (2008) eine Reaktionszeit von ca. 0,2 Sekunden mit sich.

#### 3.1.1 Testen von Smartphone-Ikonen

Bei dem durchgeführten Test bestand die Möglichkeit, m=10 Smartphone-Ikonen durch eine n:m-Metapher n=15 Begriffen zuzuordnen (siehe Abb. 4 und Abb. 5). An dieser Stelle konnte festgestellt werden, wie intuitiv die Ikonen den Begriffen zuordenbar waren

und an welcher Stelle Probleme entstanden.

#### 3.1.2 Testen der n:m-Papiermetapher

Eine weitere Methode zum Testen wäre die Zuordnung der Ikonen zu den Begriffen durch das Eintragen von Zahlen. Diese Methode wurde wegen der gemäß Schacht (2007) nur 95-prozentigen Erkennungsrate der Handschrifterkennung verworfen. Ein Ziel beim Testen der n:m-Papiermetapher war es, herauszufinden, wie diese Methode von verschiedenen Altersgenerationen angenommen wird um Gebrauchstauglichkeit zu testen sowie auszuwerten.

Die folgende Abb. 4 stellt abstrakt die n:m-Metapher dar. Jede der 10 Ikonen wird mit einem Strichzug zu einem Begriff verbunden. Fünf der Begriffe bleiben jedoch ohne Zuordnung, damit der Proband keine Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Zuordnung ziehen kann.

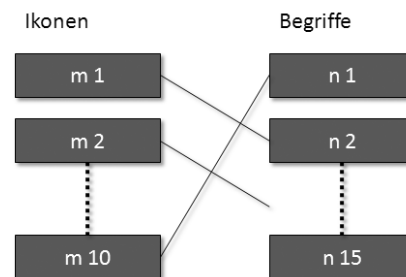


Abb. 4: Prinzipielle Zuordnung von Ikonen und Begriffen

#### 3.1.3 Nachbefragungsformular für Statistikauswertung

Für eine spätere Auswertung wurden folgende genannte Daten durch ein Nachbefragungsformular gesammelt:

- Wie eindeutig war die Aufgabenstellung der n:m-Papiermetapher?
- Wie intuitiv war die Bedeutung der Ikonen erkennbar?

- Wo traten Hauptprobleme auf?
- Alter des Probanden
- Geschlecht des Probanden
- Technische Kenntnisse des Probanden

Durch diese Befragung werden spätere Aussagen bei der Auswertung ermöglicht. Die Zuordnung von Testformular und Nachbefragungsformular kann durch den digitalen Stift sichergestellt werden. Anhand des Zeitstempels existiert eine Verbindung der beiden Dokumente. Voraussetzung dafür ist, dass zuvor beide Dokumente in Folge mit dem digitalen Stift ausgefüllt wurden.

### 3.2 Testdurchführung

Es waren zwei Personen zuständig, die parallel Tests mit Probanden unterschiedlichen Alters durchgeführt haben. Dafür standen zwei Stifte zu Verfügung. Zu diesem Zeitpunkt war die Software zur Auswertung soweit entwickelt, dass nach jedem Test der Stift in die Dockingstation gesteckt werden musste, damit die Zuordenbarkeit der Probanden erhalten blieb. Es besteht die Möglichkeit, durch ein Beginn-Test-Feld und ein Ende-Test-Feld die Probanden und deren Daten zuzuordnen. Die Zuordnung der Ikonen zu Begriffen ist in Abb. 5 beispielhaft dargestellt.

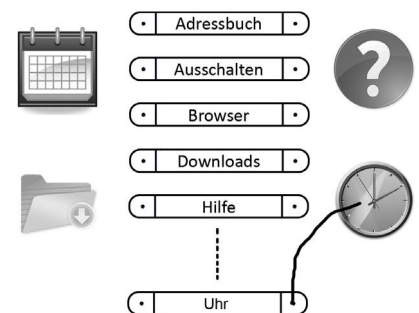


Abb. 5: Beispielhafte Zuordnung von Ikonen und Begriffen

### 3.3 Testergebnisse

Die Ergebnisse der Tests konnten durch ein Auswertungsprogramm automatisch erstellt werden. Abb. 6 gibt die relative Fehlerhäufigkeit beim Verwenden der Auswahlmetapher der Probandengruppen bzgl. des Alters an, wobei sich die Angaben nicht auf die Fehler beim Beurteilen der Testobjekte, sondern auf die Durchführung des Tests beziehen. Ein Fehler stellt dabei z.B. das mehrfache Zuordnen einer Smartphone-Ikone zu einem Begriff dar. Derartige Zuordnungen wurden verworfen.

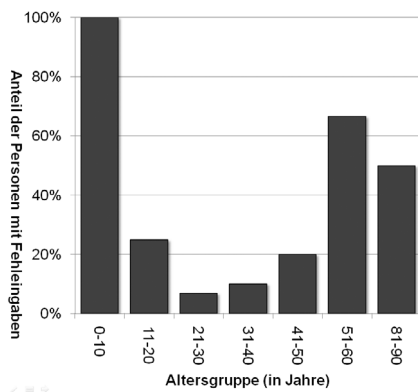


Abb. 6: Relative Fehlerhäufigkeit beim Verwenden der n:m-Metapher

In Abb. 7 werden schließlich nicht bearbeitete, falsche und korrekte Zuordnungen gegenübergestellt.

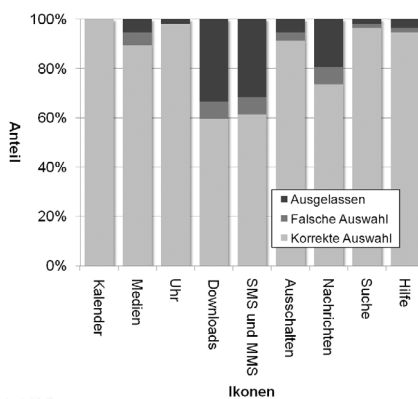


Abb. 7: Zuordnung der Ikonen (ausgelassen, falsch, korrekt)

### 4.0 Diskussion der Ergebnisse

Die zuvor gezeigten statistischen Auswertungen und die Effizienz des Einsatzes des digitalen Stifts werden in den nächsten zwei Abschnitten diskutiert.

#### 4.1 Diskussion der statistischen Auswertungen

Zunächst konnten durch die vorgestellte Testmethodik mehrere ungeeignete Ikonen identifiziert werden. Die beschriebene Testmethodik hat sich damit als effektiv erwiesen. Insbesondere die Ikonen für *Downloads*, *Medien* und *Nachrichten* zeigen bei der Effektivität erhebliche Schwächen (s. Abb. 7): Jeweils mehr als 20% trafen entweder die falsche Auswahl oder konnten überhaupt keine Auswahl durchführen.

Auch bei der Effizienz haben insbesondere diese drei Ikonen erhebliche Schwächen. Zur Identifizierung des jeweiligen Begriffs wurden mehr als drei Sekunden länger gebraucht, als z.B. bei der wesentlich effizienteren Ikone *Suche*.

Werden schließlich die in Abb. 6 altersspezifischen, relativen Fehlerhäufigkeiten betrachtet, zeigt sich, dass die Altersklassen mit wenig oder keiner Computeranwendungs-Erfahrung auffällig häufig Schwierigkeiten mit dem Test hatten.

#### 4.2 Diskussion der Effizienz durch den Einsatz des digitalen Stifts

Zunächst ist zu vermerken, dass die Ergebnisse aus vorherigen Abschnitt 4.1 automatisch aus den Stift-daten generiert wurden. Dies kann speziell für größere Probandenzahlen eine erhebliche Effizienzsteigerung bei der Testauswertung bedeuten.

Weiter sind die Zeitmessungen wesentlich genauer, insbesondere wenn

mit einer manuellen Zeitnahme verglichen wird, bzw. die Zeitnahme wird effizienter, wenn mit einer videobasierten Auswertung verglichen wird.

Ein in der Praxis wirklich wichtiger Vorteil der beschriebenen Testmethodik ist der, dass verlässlich und automatisch die zeitstempelbasierte Zuordnung aller beteiligten Papierdokumente erhalten wird (Seite für die Ikonenzuordnung und der Nachbefragungsbogen im beschriebenen Test). Gerade bei Tests in lauten und hektischen Umgebungen ist diese Form des Messens ein wichtiger Vorteil.

Schließlich zeigt Abb. 6 zwar, dass es in den oberen Altersgruppen erhebliche Einschränkungen bei der Effektivität der Tests ergab – dennoch konnte bei den über Achtzigjährigen eine Erfolgsrate von 50% erreicht werden. Angesichts der erheblichen Einschränkungen bei den beteiligten Probanden insbesondere hinsichtlich der Sehkraft und der fehlenden Computererfahrung ist das ein sehr positiver Wert. Auf Grund der fehlenden Kenntnisse in Maus- und Tastaturbedienung wäre ein Test mit einem Pixelprototyp bei vermutlich allen beteiligten über Achtzigjährigen gescheitert.

### 5.0 Ausblick

Ein weiterer möglicher Einsatz der Zeitmessung ist im Bereich "Testen von Papierprototypen" denkbar. Ein Papierprototyp ist ein Versuchsmodell, welches die Möglichkeit bietet, Aspekte einer Softwareentwicklung vor dem endgültigen Design und der Implementierung zu testen. Er erlaubt die Interaktion eines geplanten Ablaufs einer Benutzungsoberfläche, wie in Abb. 8 nach Muehlig (2005) zu erkennen ist.

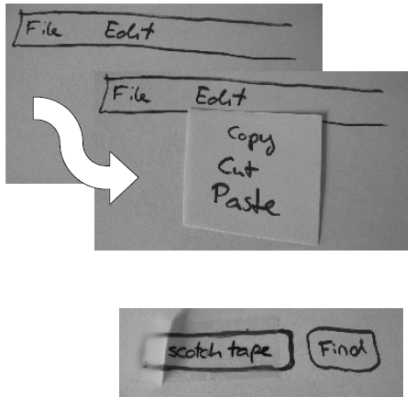


Abb. 8: Interaktionsmöglichkeit eines Papierprototyps

Auch bei der Interaktion mit dem Prototyp ist eine Zeitmessung hilfreich, womit eine Auswertung des Tests insbesondere hinsichtlich der Effizienz vorgenommen werden kann. Durch die Speicherung des Zeitstempels bietet der digitale Stift hierbei den direkten Mehrwert. Zum einen sind die Zeiten der Interaktion exakt auf dem Stift festgehalten und zum anderen kann sich der Protokollant auf das Wesentliche konzentrieren, da eine manuelle Zeitnahme entfällt. Einen zusätzlichen Nutzen der Zeitspeicherung auf dem Stift bietet die Möglichkeit, die Tests mit den Papierprototypen automatisch auszuwerten. Ein weiterer und wichtiger Aspekt ist die einfache Zuordenbarkeit von Probanden zu den Tests oder Aufgaben (weitere Zuordnungen

möglich), welche zusätzlich durch den Zeitstempel ermöglicht wird.



Abb. 9: Papierbasiertes Testen mit Senioren

Die guten Erfahrungen und die große Akzeptanz beim Testen mit Senioren (s. Abb. 9) versprechen schließlich in dieser wirtschaftlichen zunehmend wichtigen Altersgruppe ein zielgruppengerechtes Testen.

#### Danksagung

Wir danken allen Unterstützern für dieses Forschungsprojekt. Ganz besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Vorhabens HadiMe und der Firma Actimage GmbH & Co.KG, unserem Kooperationspartner, der für die Bereitstellung notwendiger Hard- und Software sorgte.

#### 6.0 Literaturverzeichnis

- Arndt H. (2006): Integrierte Informationsarchitektur, Springer Berlin Heidelberg; Auflage: 1
- Bargas, J. (2008): Curriculum für den Forschungsschwerpunkt
- CEN (2003): Europäisches Komitee für Normung, Workshop Agreement (CWA) 14661
- Despont-Gros, C. (2005): The Digital Pen and Paper Technology: Implementation and Use in an Existing Clinical Information System
- DLR (2008): Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, BMBF, Softwaresysteme/Wissenstechnologien, HadiMe, [http://www.pt-it.pt-dlr.de/\\_media/Infoblatt\\_HadiMe.pdf](http://www.pt-it.pt-dlr.de/_media/Infoblatt_HadiMe.pdf)
- ISO9241:98 (1998): Internationale Organisation für Normung, Definition 3.1, Gebrauchstauglichkeit
- Johnson, P. (2001): Mental models and deduction, Cambridge University Press; Auflage: 5
- Kauranen, P. (2009): The ANOTO Pen – Why light scattering matters, ANOTO AB, Lund: <http://www.acreo.se/upload/Publications/Proceedings/OE00/00-KAURANEN.pdf>
- Muehlig, J. (2005): Usability Methods: Paper Prototyping, OpenUsability.org, Prag
- Schacht, J. (2007): Invoice Management – OCR, ICR und mehr (April 2007)
- Schreiner, K. (2008): Uniting the Paper and Digital Worlds, IEEE Computer Graphics and Applications
- Schwameder, H. (2008): Universität Karlsruhe (TH), FoSS – Forschungszentrum für den Schulsport, Newsletter