

# Digitales Papier

## Wie können die Vorteile von Papier und digitalen Technologien kombiniert werden?

Raphael Wimmer

Papier prägt seit fast 2000 Jahren menschliche Kulturen wie kaum eine andere Erfindung. Als vergleichsweise günstiges und flexibles Medium ermöglichte Papier es erstmals, Wissen in großem Maßstab zu speichern, zu organisieren und zu verbreiten. In Form von Büchern, Zeitungen, Karteikarten, Formularen oder Briefen dient Papier als Träger von Wissen, Daten und Gedanken. Seit den 1940er Jahren wird das Papier aber in immer mehr Bereichen durch Bits und Bytes ersetzt. Die elektronische Datenverarbeitung und das Internet erlauben es, Daten viel schneller zu verbreiten, zu durchsuchen, zu aggregieren und zu verarbeiten, als dies mit Papier möglich wäre. Seither verdrängen digitale Lösungen langsam, aber unaufhaltsam das Papier als Schnittstelle zu Wissen und als Rückgrat von Verwaltungsprozessen. Die Digitalisierung von Dokumenten und Prozessen befreit diese nicht nur von physischen Beschränkungen – sie entfernt dabei auch die inhärenten Nutzungsmöglichkeiten der physischen Medien. Was verliert man, wenn man Papier und andere physische Medien durch digitale Lösungen ersetzt? Und wie kann man die Vorteile von Papier und digitalen Systemen kombinieren? Diese Fragen untersucht die ZD.B-Nachwuchsgruppe Physical-Digital Affordances an der Universität Regensburg.

### Papierdokumente versus digitale Dokumente

Seitdem es Computer gibt, wurde dem Papier der Untergang prophezeit. Auch in der Science-Fiction verdrängten Bildschirme



Quelle/Foro: Raphael Wimmer

1 Das Medium Papier erlaubt vielfältige Nutzungen. Blätter können fest oder lose zu Dokumenten zusammengestellt und mit unterschiedlichen Werkzeugen beschrieben und bedruckt werden.

rasch das gewohnte Papier. Während Kapitän Nemos *Nautilus* die Gäste noch mit einer 12000 Bücher umfassenden Bibliothek beeindruckt, muss man auf Captain Kirks *Enterprise* das Papier mit der Lupe suchen. Doch auch heute – 75 Jahre nach der Erfindung des Computers – sind wir vom papierlosen Büro noch weit entfernt. In ihrem Buch „*The Myth of the Paperless Office*“ (2001) gehen Abigail Sellen und Richard Harper der Frage nach, weshalb das papierlose Büro nicht Realität geworden ist – und dies auch nicht so bald wird. Auch wenn das Buch den Status quo von vor bald 20 Jahren beschreibt, treffen die Analysen von Sellen und Harper immer noch zu. Ihre Kernaussage: Papier bietet viele inhärente Nutzungsmöglichkeiten, sogenannte Affordances **[Kasten]**, die digitale Lösungen nicht bieten. **[1]**

Beispielsweise können Papierdokumente beliebig kombiniert und annotiert

werden, unabhängig davon, mit welcher Anwendung sie erstellt wurden, während für digitale Dokumente nur solche Bearbeitungswerkzeuge zur Verfügung stehen, die die Entwickler der jeweiligen Anwendungssoftware implementiert haben. Digitale Dokumente verfügen andererseits ebenfalls über eine Vielzahl von Affordances, die Papier nicht bietet. So können diese beispielsweise mit viel weniger Aufwand dupliziert, durchsucht, geteilt, verändert oder gelöscht werden. Manche Einschränkungen von Papier sind in bestimmten Kontexten aber auch gewünschte Eigenschaften. Weil Text auf Papier nicht so leicht verändert werden kann wie in digitaler Form, empfehlen beispielsweise Experten, dass Wahlcomputer immer auch jede abgegebene Stimme auf einem Papier-Log dokumentieren. Dies erschwert Manipulationen und schützt vor Datenverlust.

## Papier als Medium

Um die Rolle des Mediums Papier in einer digitalen Welt besser analysieren zu können, ist es sinnvoll, dessen unterschiedliche Rollen als Medium zu betrachten. Wenn gleich im Medium Papier alle diese Rollen untrennbar verbunden sind, lassen sich für jede der Rollen distinkte digitale Gegenstücke finden. Als **Speichermedium** dient Papier schon seit Jahrhunderten dazu, Wissen zu konservieren. Diese Rolle wird es in einigen Bereichen sicher beibehalten. Digitale Speichermedien – wie Festplatten – bieten aber eine wesentlich höhere Informationsdichte und können einfacher vervielfältigt und durchsucht werden. Für viele Prozesse ist Papier als Speichermedium deshalb obsolet. Ungelöst ist aber die Frage, wie digitale Daten langzeitarchiviert werden können – und ob man sie in vielen hundert Jahren noch lesen kann. Die Gesellschaft für Informatik hat deshalb den „Erhalt des digitalen Kulturerbes“ zu einer von fünf *Grand Challenges* erklärt.

Als **Transportmedium** erlaubt Papier es, Informationen zwischen entfernten Orten auszutauschen. Auch diese Rolle wird es nur in einigen Nischen beibehalten. Digitale Transportmedien – allen voran das Internet – bieten eine höhere Geschwin-

digkeit, Bandbreite, Vertraulichkeit und Zustellungssicherheit. Obwohl die E-Mail einen Großteil des Briefverkehrs ersetzt hat, spielt Papier als Transportmedium weiterhin eine Rolle, wenn das Medium selbst die Nachricht sein soll – zum Beispiel bei formellen Einladungen oder Visitenkarten. Eine weitere Nischenfunktion hat Papier als **Token**, als einzigartiges Objekt, das – im Gegensatz zu digitalen Tokens – immer nur eine Person besitzen kann. Diese Einzigartigkeit ist beispielsweise bei Eintrittskarten, Pfandmarken oder den Flight Strips von Fluglotsen ein gewolltes Feature.

Als **Ausgabemedium** vermittelt Papier dem Betrachter Texte und Bilder. Diese Rolle wird es in vielen Bereichen noch lange beibehalten. Digitale Ausgabemedien – wie Bildschirme, Projektoren oder Virtual-Reality-Headsets – erlauben es zwar, angezeigte Inhalte dynamisch zu ändern. Papier bietet aber mindestens vergleichbare Auflösung und Kontrast bei deutlich niedrigeren Kosten. Dies wird auf absehbare Zeit so bleiben. Ein wichtiger Vorteil von Papier gegenüber digitalen Anzeigemedien ist, dass man dieses fast frei im Raum positionieren kann, beispielsweise Post-Its an einer Wand oder mehrere Seiten eines Dokuments nebeneinander auf dem Tisch.

Als **Eingabemedium** ermöglicht es Papier – zusammen mit unterschiedlichen Werkzeugen wie Stiften, Pinseln, Stempeln, Lineal, oder Zirkel – dem Benutzer, Gedanken zu fixieren. In welchem Umfang es diese Rolle beibehalten wird, hängt davon ab, wie ergonomisch und flexibel digitale Eingabemedien in Zukunft sein werden. Neben klassischen digitalen Eingabemedien – Maus, Tastatur, Touchscreen oder Stylus – bieten neuartige Medien (wie Gesten oder Tangible Interaction) die Möglichkeit, bestimmte Ideen effizienter oder präziser zu fixieren als dies mit Stift und Papier möglich ist. Beispielsweise lassen sich dreidimensionale Modelle digital viel einfacher erstellen als mit Bleistift und Lineal auf Papier. Viele Nutzer bevorzugen allerdings Stift und Papier, deren Zusammenspiel über Jahrhunderte hinweg optimiert wurde, und die jederzeit zuverlässig verfügbar sind, um Notizen und Zeichnungen anzufertigen. Auch die Annotation von beliebigen Dokumenten ist auf Papier immer noch einfacher als digital.

Insofern ist es sinnvoll, beim Übergang von papierbasierten zu digitalen Arbeitsprozessen die einzelnen Rollen zu betrachten, die Papier in einem Prozess einnimmt, und für diese jeweils das sinnvollste digitale Gegenstück zu finden.

Unter „**Affordances**“ versteht man in der Mensch-Computer-Interaktion die Nutzungsmöglichkeiten, die ein Objekt oder ein Programm zur Verfügung stellen. Beispielsweise bietet eine Türklinke die Affordance, diese herunterzudrücken – aber auch, Gegenstände an diese zu hängen. Der Begriff wurde ursprünglich in den 1960er Jahren vom Psychologen James J. Gibson geprägt, der damit alle möglichen Nutzungsarten eines Objekts für einen bestimmten Benutzer beschrieb – unabhängig davon, ob dies vom Designer vorgesehen ist oder nicht. So bietet ein Stuhl die Affordance, sich darauf zu setzen. Genauso gut kann man aber auch Gegenstände darauf ablegen, darauf steigen, oder damit ein Fenster einschlagen.

Die Aufgabe eines Designers ist, dem Benutzer durch visuelle oder taktile „Clues“ Hinweise darauf zu geben, wie ein Objekt genutzt werden kann oder soll. Diese Clues sind besonders wichtig bei Benutzerschnittstellen am Computer. Weil hier nur die Nutzungen tatsächlich möglich sind, die der Entwickler auch implementiert hat, muss man es dem Benutzer einfach machen, zu erkennen, wie er mit der Benutzerschnittstelle interagieren kann. Zum Beispiel kann der Benutzer nicht von vornherein wissen, welche Objekte auf dem Bildschirm er durch Anklicken benutzen kann. Der Designer kann hier Hinweise geben, indem er Buttons leicht erhaben oder mit einem Rand kennzeichnet, oder indem er bekannte Icons verwendet. Offensichtlich ist es problematisch, wenn der Benutzer eine Nutzungsmöglichkeit nicht erkennt, die ihm zur Verfügung steht. Genauso ist es umgekehrt aber auch frustrierend für den Benutzer, wenn ein Objekt auf dem Bildschirm nicht so benutzbar ist, wie er es erwartet – beispielsweise, weil zwar ein Button angezeigt wird, dieser aber nicht angeklickt werden kann. Es ist deshalb immer Ziel eines Interaktionsdesigners, tatsächlich verfügbare Affordances und wahrgenommene Affordances zur Deckung zu bringen (Norman, 1988).

## Physische Affordances für digitale Medien und Workflows

Ein Forschungsansatz in der Mensch-Computer-Interaktion ist, Design Spaces zu explorieren, das heißt systematisch zu untersuchen, welche Interaktionskonzepte ein bestimmtes Paradigma oder eine neue Technologie möglich macht, und was deren Eigenschaften sind. Im Rahmen der Nachwuchsgruppe *Physical-Digital Affordances* untersuchen wir, welche Affordances physische und digitale Medien besitzen, und wie diese in Arbeitsprozessen sinnvoll kombiniert werden können. Dabei explorieren wir auch, welche Interaktionsmöglichkeiten sich an der Schnittstelle zwischen virtueller und realer Welt bieten.

Im Projekt PapAR untersuchen wir beispielsweise, wie digitale Dokumente mit einer Augmented-Reality-Anwendung auf dem Smartphone an beliebigen Positionen in der realen Welt abgelegt und über das Smartphone betrachtet werden können [2]. Erste Ergebnisse von Nutzerstudien zeigen, dass ein rein papierbasiertes Sys-

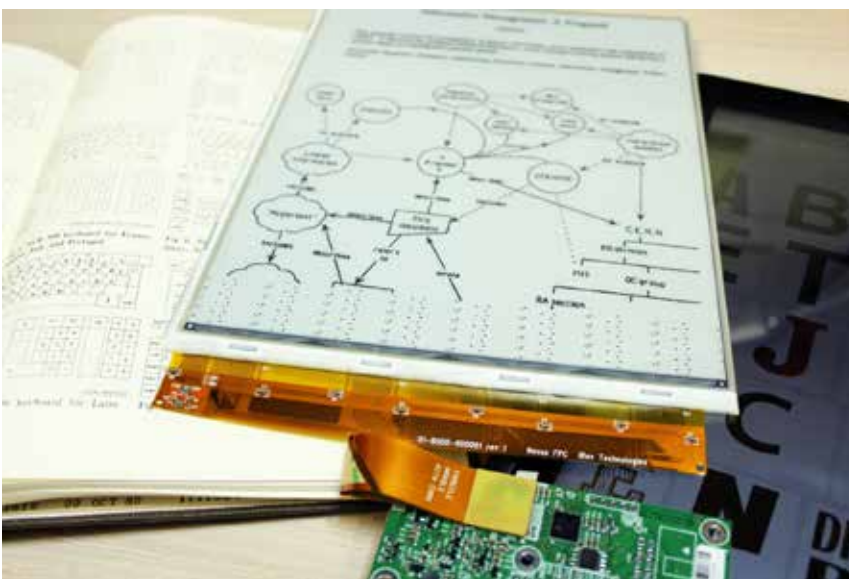
Quelle/Foto: Katja Buchhop



2 Die experimentelle PapAR-Anwendung erlaubt es dem Benutzer, digitale Dokumente auf dem echten Schreibtisch zu platzieren. Diese werden in das Kamerabild des Smartphones eingeblendet.

tem zur Dokumentenorganisation einem rein digitalen und dem Augmented-Reality-System noch überlegen ist, wenn es darum geht, Dokumente schnell wiederzufinden. In einem anderen Projekt untersuchen wir, inwieweit sich digitales Papier besser in traditionelle Arbeitsprozesse einbinden lässt. Ein erster Prototyp ermöglicht es dem Benutzer, beliebige Dokumente über die

Quelle/Foto: Raphael Wimmer



3 E-Ink-Displays können in manchen Fällen Ausdrücke auf Papier ersetzen. Durch die Integration als virtueller Drucker, kann der Benutzer beliebige Dokumente innerhalb von Sekunden an das drahtlos angebundene Display senden.

Druckfunktion des Rechners innerhalb von Sekunden auf ein drahtlos angebundenes E-Ink-Display zu schicken [3].

Neben neuen Hardware- und Software-Architekturen untersuchen wir auch in Fallstudien, wie traditionell papierbasierte Arbeitsprozesse möglichst benutzerfreundlich digital umgesetzt werden können.

### Fallstudie: Digitale Formulare

Papierformulare durch digitale Formulare zu ersetzen ist in vielen Fällen sinnvoll. Da bei Formularen das Medium Papier in der Regel nur dazu dient, strukturiert Informationen abzufragen, kann man sich bei der digitalen Umsetzung darauf konzentrieren, die Eingabe möglichst effizient zu gestalten. Digitale Formulare haben hier viele Vorteile gegenüber Papier: Das digitale Formular kann dem Benutzer Hilfestellung beim Ausfüllen geben, Eingaben automatisch vervollständigen und diese auf Plausibilität prüfen. Lesefehler aufgrund einer unleserlichen Handschrift entfallen, wenn das Formular mit der Tastatur ausgefüllt wird. Da die Daten gleich digital vorliegen, können sie schneller verarbeitet werden.

In Kooperation mit der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Klinikum der Universität Regensburg und der IT-Abteilung des Universitätsklinikums Regensburg (DV-med) haben wir 2017 exemplarisch untersucht, wie ein Papierformular als digitale Variante umgesetzt werden kann. Über das zu di-



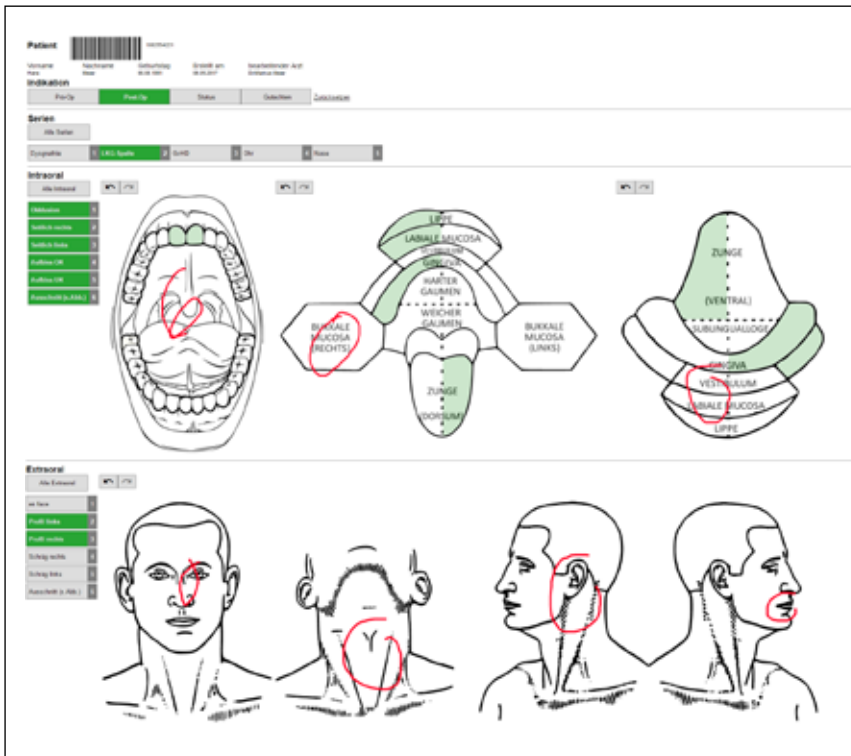
Quelle/Foto: Raphael Wimmer

4 Papierformular zur Beauftragung von Fotografien eines Gebisses. Die anfordernden Ärzte halten sich selten an die vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten.

gitalisierende Papierformular konnten die behandelnden Ärzte einen Fotografen aus dem Haus beauftragen, Fotos von Gebiss und Kopf eines Patienten anzufertigen [4]. Da die Fotografen regelmäßig Probleme hatten, die teils unleserliche Schrift und nicht eindeutigen Markierungen auf den Formularen zu entziffern, sollte im Rahmen einer Masterarbeit eine digitale Variante des Formulars umgesetzt werden. Diese sollte direkt in das SAP-System des Klinikums integriert werden. Besonderes Augenmerk galt hierbei der Benutzbarkeit durch das medizinische Personal. Ziel war, diesem durch die digitale Lösung keinen Mehraufwand zu bereiten.

In der Anforderungsanalyse wurde deutlich, dass eine naive Umsetzung als einfaches Formular mit Textfeldern und Auswahlboxen nicht ausreichend wäre: Ärzte nutzten die Flexibilität des Papierformulars aus, um dieses effizient auszufüllen. Anstatt mehrere Auswahlboxen einzeln anzukreuzen, kreisten sie beispielsweise die ganze Kategorie ein. Zu fotografierende Bereiche markierten sie auf unterschiedliche Arten. Um diese Flexibilität auch im digitalen Formular zu ermöglichen, ermittelten wir in mehreren Vorstudien sinnvolle Interaktionstechniken zum Auswählen von Bereichen und mehreren Auswahlboxen.

Das finale Formular [5] verwendet HTML, SVG-Grafiken sowie JavaScript und speichert alle Eingaben im SAP-System.



Quelle/Foto: Patrick Morczinietz

5 Das digitale Formular bietet zahlreiche Tastaturkürzel und Selektionsmöglichkeiten. Dadurch können Ärzte das Formular genauso effizient und flexibel nutzen, wie das bisherige Papierformular. Da die Daten sofort im SAP-System des Klinikums gespeichert werden, entfällt die aufwendige und fehlerträchtige manuelle Eintragung (Hinweis: Der Screenshot enthält fiktive Personendaten).

Eine Vergleichsstudie ergab, dass das medizinische Personal für das Ausfertigen des digitalen Formulars im Durchschnitt 26 Sekunden benötigt, verglichen mit 38 Sekunden beim Papierformular. Das eigentliche Ausfüllen des Formulars geht dabei digital und analog gleich schnell vonstatten – es entfallen digital aber einige Vor- und Nachbereitungsschritte, wie zum Beispiel das Holen des Papierformulars (10 Sekunden). Medizinisches Personal und insbesondere die Fotografen bewerten das digitale System sehr positiv. Es ist seit Mitte 2017 im Produktiveinsatz und soll auch um weitere Formulare erweitert werden.

Die Ergebnisse von zwei weiteren Studien – eine in einem anderen Krankenhaus, eine bei einem Automobilhersteller – bestätigen ein Kernergebnis dieser Fallstudie: Die Vorteile eines digitalen Formulars liegen in einer günstigeren Speicherung und effizienteren Auswertung. Selbst ein von Experten für effiziente Benutzung optimiertes digitales Formular ist in der Regel aber kaum schneller auszufüllen als ein Papierformular. Dies bedeutet auch, dass beim Wechsel von papierbasierten Prozessen zu digitalen Prozessen besonderes Augenmerk auf die Benutzbarkeit gelegt werden

muss, damit der Prozess nicht für manche Benutzer ineffizienter und von diesen abgelehnt wird.

### Fazit

Papierdokumente bieten viele inhärente Affordances – und damit auch viel Freiheit bei der Arbeit mit ihnen. In digitalen Lösungen stehen diese Affordances aber nicht mehr zur Verfügung, wenn sie nicht bedacht und von Entwicklern umgesetzt werden. Während auf einem Papierdokument zum Beispiel jederzeit Anmerkungen am Rand notiert werden können, muss diese Funktionalität in einer digitalen Anwendung explizit implementiert werden. Ohne adäquate Anforderungserhebung können solche allgegenwärtigen Affordances leicht übersehen werden und verloren gehen.

Beim Digitalisieren von papierbasierten Arbeitsprozessen ist darauf zu achten, dass die digitalen Lösungen genauso effizient und flexibel benutzbar sind wie das Papier-Pendant. Um eine hohe Benutzerakzeptanz zu erreichen, sollte darauf geachtet werden, dass die digitalen Systeme

nicht nur Vorteile bei der Datenspeicherung und -recherche bieten, sondern auch möglichst wenig Arbeitsaufwand für diejenigen verursachen, die diese tagtäglich nutzen müssen.

### Literatur

Abigail J. Sellen, Richard Harper, *The Myth of the Paperless Office*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2002.

Patrick Morczinietz, *Benutzerzentriertes Design eines digitalen Formulars zur Anforderung von Fotodokumentationen an der Zahnklinik des Klinikums der Universität Regensburg*, Masterarbeit Universität Regensburg, 2017.

Donald A. Norman, *The Design of Everyday Things*, New York: Basic Books, 1988.

Raphael Wimmer, Jürgen Hahn, *A Concept for Sketchable Workspaces and Workflows*, „Rethinking Interaction“ Workshop, ACM CHI, 2018.



© UR / Lehrstuhl für Medieninformatik

Dr. **Raphael Wimmer**, geb. 1980 in Bad Tölz. Promotion in Medieninformatik an der LMU München (2015) zum Thema „Grasp-sensitive Surfaces: Utilizing Grasp Information for Human-Computer Interaction“. Seit 2017 akademischer Rat am Lehrstuhl für Medieninformatik und Leiter der ZD.B Nachwuchsforschungsgruppe Physical-Digital Affordances am Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur (I:IMSK) der Universität Regensburg.

#### Forschungsschwerpunkte:

Mensch-Computer-Interaktion, Ein- und Ausgabetechnologien, Ergonomie

**Weitere Informationen** zur Forschung der Nachwuchsgruppe unter <https://hci.ur.de>