

Paper-to-Web: Papier als Eingabemedium für Formulare im World-Wide Web

Hans-Werner Gellersen, Dirk Reichtsteiger, Karsten Schulz, Oliver Frick,
Albrecht Schmidt
Universität Karlsruhe, TecO / DSTC Brisbane, Australien / SAP CEC Karlsruhe

Zusammenfassung

Paper-to-Web ist ein System, das im Bereich der Formularverarbeitung die Vorteile der Integration einfacher Endgeräte in flexible Informationsinfrastrukturen aufzeigt. Das System erweitert das CrossPad, einen digitalen Notizblock für weitgehend unstrukturierte Erfassung von Notizen und Skizzen, um Komponenten für die formularbasierte Datenerfassung, und integriert es mit dem World-Wide Web. Auf dieser Basis können Web-Formulare mit Papier und Stift ausgefüllt und für den Nutzer transparent zur Weiterverarbeitung an einen Server übertragen werden. Paper-to-Web zeigt exemplarisch, wie Mensch-Computer-Schnittstellen im übertragenen Sinne unsichtbar werden, wenn bekannte Artefakte – hier Papier und Stift – als Interaktionsobjekte dienen.

1 Einleitung

Digitale Informationsinfrastrukturen werden allgegenwärtig und haben das Potential in praktisch alle Lebensbereiche hinein zu reichen. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Infrastrukturen rückt aber die Frage des Zugangs und der Benutzbarkeit stärker in den Vordergrund. In diesem Zusammenhang besteht wachsendes Interesse an Ansätzen, die nicht länger computerzentriert sind, sondern Menschen und ihre Aktivitäten in den Mittelpunkt stellen. Grundlegend für solche Ansätze ist der Gedanke, Computer in den Hintergrund treten zu lassen, beispielsweise in computerbasierten Geräten, die nicht länger als Computer wahrgenommen werden. Im Gegensatz zu Universalcomputern wie wir sie heute nutzen, werden solche Informationsgeräte (*Information Appliances*) für die Unterstützung dezidierter Aktivitäten entworfen. Entsprechend haben Informationsgeräte das Potential, sich sanfter in zu unterstützende Aktivitäten einzufügen.

Im vorliegenden Beitrag stellen wir eine Anwendung vor, die im Bereich der Formularverarbeitung die Vorteile der Integration dezidierter Informationsgeräte mit flexiblen Informationsinfrastrukturen demonstriert. Konkret wird in dieser Anwendung – *Paper-to-Web* – ein digitaler Notizblock, das *CrossPad* Produkt, als Endgerät zur papierbasierten Bearbeitung von web-basierten Formularen erweitert. Das CrossPad ist im Prinzip eine Kombination aus Klemmbrett und Stift die mit beliebigem Papier eingesetzt werden kann, um Handschrift gleichzeitig „schwarz auf weiß“ und in digitaler Form zu erfassen. Das Klemmbrett ist dazu als Digitalisier-tablett und der Stift als induktives Eingabegerät erweitert, was aber die gewohnte Handhabung von Stift und Papier nicht verändert und so vor dem Nutzer verborgen bleibt [1] (vgl. auch Abb.1 unten). Während das CrossPad als solches für die Erfassung weitgehend unstrukturierter Information entworfen wurde, wird es im Paper-to-Web System mit Komponenten für die formularbasierte Datenerfassung integriert. Dieses System eröffnet die Alternative, Web-Formulare anstatt am Bildschirm nun mit Papier und Stift auszufüllen, wobei die Übertragung ausgefüllter Formulare an den entsprechenden Server im World-Wide Web automatisiert erfolgt.

Die Paper-to-Web Anwendung wurde vollständig implementiert und in verschiedenen Szenarien zum Einsatz gebracht. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit stand dabei aber weniger die

Frage, in wie weit Arbeitsabläufe messbar verbessert werden. Paper-to-Web ist vielmehr eine Studie zur Einbettung von Mensch-Computer-Schnittstellen in alltägliche Aktivität – in diesem Fall dem Ausfüllen von Papierformularen. Die Anwendung zeigt exemplarisch, dass die Mensch-Computer-Schnittstelle unsichtbar wird, wenn bekannte Artefakte – hier Papier und Stift – so erweitert werden, dass sie als „natürliche“ Interaktionsobjekte genutzt werden können. Ferner zeigt die Anwendung am Beispiel von Formularen, wie virtuellen Objekten eine physische Gestalt gegeben werden kann, die die Interaktion erleichtert. Konkret wird dieses deutlich in der Abbildung von HTML-Formularen auf konventionelle Papierformulare, die im wortwörtlichen Sinne begreifbar sind.

Paper-to-Web demonstriert aber auch noch einen weiteren wichtigen Aspekt von Informationsgeräten: die Anwendung unterstreicht, dass Informationsgeräte die Vielseitigkeit, die sie durch Dezidierung einbüßen, durch Vernetzung teils wiedergewinnen können. So wird das CrossPad, das eigentlich nur zur Notizerfassung konzipiert wurde, in der vorliegenden Arbeit durch Integration mit dem World-Wide Web für weitere Anwendungsfelder erschlossen. Dieser Aspekt der Vernetzung an sich einfacher Geräte zu flexiblen Systemen ist eines der tragenden Argumente in Norman's Betrachtungen zur Schaffung mensch- und aktivitäts-zentrierter Computertechnologien [8].

Im folgenden wird nun zunächst Papier versus Computer als Eingabemedium diskutiert und auf verwandte Arbeiten verwiesen. Im Hauptteil des Beitrags wird das Web-to-Paper System erläutert. Daran schließt sich eine Diskussion von Einsatzszenarien und initialer Anwendungserfahrung an.

2 Papier versus Computer

Papier hat eine Jahrtausende alte Tradition in unserer Gesellschaft – aber nicht nur Gewohnheit und Tradition lassen uns auch 20 Jahre nach der Proklamation des papierlosen Büros am Papier festhalten. Es bietet gegenüber Tastatur, Maus, Bildschirm und anderen Geräten viele praktische Vorteile. Es ist leicht und handlich, mobil und ubiquitär; es kann angefasst werden und spricht so mehr Sinne an als das elektronische Äquivalent; auch räumliche Aspekte – Papier kann neben- und übereinandergelegt werden – erleichtern den Umgang mit Dokumenten [9]. Wichtig ist auch, dass Information auf Papier leichter annotiert werden kann als in elektronischen Dokumenten [10]. Aber nicht nur für das Annotieren sondern allgemein für das Schreiben ist die Kombination von Stift und Papier anderen Methoden wie Schreibmaschine und Computer in Flexibilität und Akzeptanz überlegen, insbesondere auch Stift-basierten Computern.

Den Vorteilen von Papier und Stift stehen die bekannten Nachteile gegenüber: Speicherung, Indexierung, Suche und Vergleich von Information ist auf Papier vergleichsweise ineffizient. In vielen Arbeitsbereichen finden sich heute Kompromisse: Dateneingabe erfolgt häufig noch auf Papierbasis, während zur weiteren Datenverarbeitung Hochleistungs-Scanner zur Digitalisierung und OCR-Software zur Auswertung herangezogen werden. Beispiele sind die automatische Erfassung von Überweisungsträgern bei Banken und Adreßerkennung bei der Post. Diese Systeme skalieren allerdings sehr schlecht und sind daher nur im großen Maßstab, nicht aber für alltäglichere Anwendungen einsetzbar.

In vielen Bereich werden Daten nicht am Büroarbeitsplatz erhoben, sondern an verschiedenen Orten. Der mobile Aspekt spielt also eine bedeutende Rolle, und in diesem Umfeld sind Papierformulare oft einfacher zu handhaben als Computerformulare. Auch der naheliegende Übergang vom Papierformular zum Formular auf Stift-basierten Computern ist problematisch und wird häufig nicht akzeptiert, wie Luff und Heath's bekannte Studie computerunterstützter mobiler Arbeit unterstreicht [7]. Sie berichten beispielsweise, dass auch nach Einführung Stift-basierter Computer zur mobilen Datenerfassung auf Baustellen Vorarbeiter daran festhielten, im Außen-

bereich Papier und Stift zu verwenden, und Daten erst im Büro auf ihre Stift-Computer übertragen.

Es gibt heute eine Reihe ambitionierter Forschungsvorhaben zur Entwicklung von elektronischem Papier, das sich in der Handhabung nicht vom heutigen Papier unterscheidet, aber die Schnittstelle zur digitalen Weiterverarbeitbarkeit integriert (z.B. eInk [4] und ePaper [6]). Daneben wird auch die Entwicklung von Stiften betrieben, die wie gewohnt gehandhabt werden, Geschriebenes aber zugleich auch digital erfassen (z.B. Digital Ink [3] und Future Pen [5]). Das einleitend bereits erwähnte CrossPad ist in diesem Zusammenhang eine vergleichsweise einfache Technologie zur Integration von Papier und Stift auf der einen Seite und der digitalen Welt auf der anderen Seite.

Die im folgenden vorgestellte Anwendung Paper-to-Web basiert auf dem CrossPad und erschließt es für ein neues Anwendungsfeld, die Bearbeitung von Formularen im World-Wide Web. Eine andere Anwendung, die ebenfalls auf der Integration von CrossPad und World-Wide Web basiert, ist das NotePals-System [2]. NotePals erweitert die eigentliche Anwendung des CrossPad – die Erfassung unstrukturierter Notizen – um die Möglichkeit, Notizen für die asynchrone Kommunikation in Gruppen zu nutzen. Paper-to-Web hingegen erweitert das Spektrum dessen, was mit dem CrossPad erfasst werden kann – neben unstrukturierten Notizen nun auch strukturierte Formularinhalte.

3 Papiergestütztes Bearbeiten von Web-Formularen

Die Paper-to-Web Anwendung zur Bearbeitung web-basierter Formulare baut auf dem gemeinsam von IBM und A.T.Cross entwickelten CrossPad Produkt auf, das im folgenden kurz vorgestellt wird. Daran schließen sich eine Beschreibung der Anwendung und der Systemkomponenten an.

3.1 Das CrossPad – Ein digitaler Notizblock

Das CrossPad besteht aus zwei Hauptkomponenten, einem Klemmbrett das als Digitalisiertablett erweitert ist, und einem Kugelschreiber, in das ein induktives Eingabegerät eingebettet ist. Auf das Klemmbrett können herkömmliche Notizblöcke eingespannt und wie gewohnt beschrieben werden (Abb. 1). Wenn der Kugelschreiber auf das Papier aufgesetzt wird schließt im Stift ein Schalter, wodurch eine induktive Verbindung mit dem Klemmbrett entsteht, das nun die Stiftbewegung verfolgen und als „elektronische Tinte“ erfassen kann. So wird mit dem Stift gleichzeitig analog und digital geschrieben, wobei letzteres dem Nutzer verborgen bleibt. Der Nutzer wird nur marginal mit zusätzlichen Bedienelementen konfrontiert, beispielsweise um bei Seitenwechsel Synchronität zwischen analogen Notizen und digital erfassten Seiten zu wahren. Digital erfasste Seiten können über ein serielles Kabel an einen PC übertragen und dort weiterverarbeitet werden. Für die weitere Bearbeitung steht eine entsprechende PC-Anwendung zur Verfügung, die die Nachbearbeitung und Archivierung unterstützt. Die Bereitstellung einer Softwareentwicklungsumgebung für elektronische Tinte sichert darüber hinaus Offenheit für weitere Anwendungen.



Abb. 1: Das CrossPad: Schrift gleichzeitig analog und digital erfasst

Das CrossPad ist ein typisches Informationsgerät im Sinne von Norman's *Information Appliance Model* [8]. Es ist dezidiert für eine klar abgegrenzte Aktivität (Schreiben) und spezialisiert

auf eine bestimmte Art von Information (Handschrift); es wird als einfach wahrgenommen und verbirgt die Komplexität der eingesetzten Technologie; und es ist offen für die Integration mit anderen Geräten und Anwendungen, auf der Basis des Austauschs der sog. elektronische Tinte im eInk-Format. Dieses Format ist hierarchisch aufgebaut, wobei Seiten die höchste Ebene bilden und aus mehreren „Scribble“-Elementen bestehen, die sich wiederum aus Strichen („Strokes“) und Punkten („Point“) zusammensetzen.

3.2 Erweiterung des CrossPad zur Web-Formularbearbeitung

In Paper-to-Web wird das CrossPad mit Komponenten integriert, die elektronische Tinte automatisch in Web-Formulareingaben konvertieren, d.h. Information aus dem eInk-Format extrahieren und in Text übertragen. Damit wird der Vorteil der mobilen papierbasierten Datenerfassung mit dem der Verarbeitung von Daten im World-Wide Web verbunden. Der Anwender kann Paper-to-Web nutzen um Daten wie gehabt in Papierformulare einzutragen, muss sie für eine Weiterverarbeitung dann aber nicht mehr von Hand übertragen. Dies geschieht automatisch im Backend des Anwendungssystems, sobald das CrossPad mit einem PC verbunden und elektronische Tinte übertragen wird. Die elektronische Tinte wird im Backend ausgewertet, in Web-Formulareingaben konvertiert und über Standard-Protokolle an den Zielsever übermittelt.

Das in dieser Arbeit umgesetzte Szenario basiert auf Web-Formularen, die konvertiert und ausgedruckt werden, so dass sie dann auf einem CrossPad ausgefüllt werden können. Die beim Ausfüllen erfasste elektronische Tinte wird nach der Übertragung (dem sog. Upload) ausgewertet und mittels einer „POST-Operation“ an den Web-Server geschickt, von dem die ursprünglichen Formulare stammen. Für den Anwender gestaltet sich die Sache sehr einfach: Formulare werden auf Papier ausgefüllt wobei es transparent bleibt, dass sie Teil einer Web-Anwendung sind. Der Anwender wird dabei in keinsten Weise mit Konzepten wie HTML, URL und HTTP konfrontiert. Auch beim späteren Upload, beispielsweise am Ende einer Arbeitsschicht nach Erfassung einer grossen Zahl von Formularen, wird vor dem Anwender verborgen, dass Daten anschließend konvertiert und an einen Server übertragen werden. Der Anwender muss sich weder mit dem Konvertierungsvorgang auseinandersetzen, noch um die schließliche Datenübertragung kümmern. In Abbildung 2 wird der Vorgang veranschaulicht.

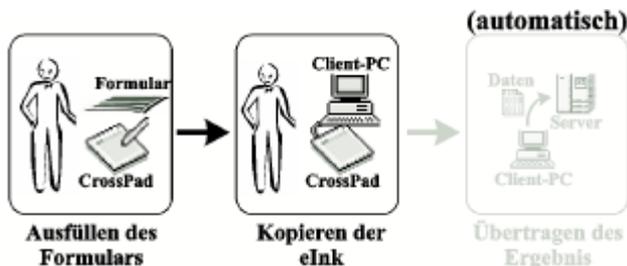


Abb. 2: Papierbasiertes Ausfüllen von Web-Formularen; für den Nutzer bleibt transparent, dass auf dem CrossPad ausgefüllte Formulare nach der Übertragung an den Client-PC konvertiert und im World-Wide Web weiterverarbeitet werden.

Um dieses Szenario der Arbeit mit Formularen zu ermöglichen, muss der Client-PC entsprechend konfiguriert werden; außerdem sind Web-Formulare so auf Papierformulare zu übertragen, dass Meta-Information für die Rückkonvertierung von elektronischer Tinte zu Formulareinträgen erfasst wird. Beides wird aber typischerweise nicht Aufgabe des Nutzers sein, sondern entweder die des Formularanbieters oder die eines Administrators.

Der Vorgang der Abbildung von Web-Formularen auf Papierformulare für den Einsatz in Paper-to-Web ist in Abbildung 3 dargestellt. Ausgangspunkt sind in HTML beschriebene Web-

Formulare. Es kann sich dabei um bereits im World-Wide Web vorhandene Formulare handeln, oder um HTML-Formulare, die eigens für den Einsatz von CrossPad und Paper-to-Web in einem konkreten Anwendungsumfeld erstellt werden. Die Formulare werden von HTML zu PDF konvertiert, um eine druckfähige Version zu erhalten, in der die Positionierung der Formularelemente auf einer Seite eindeutig festgelegt ist (in HTML ist dies nicht der Fall). Anhand der PDF-Beschreibung können die Formulare nun für die Benutzung auf dem Cross-Pad ausgedruckt werden. Aus der PDF-Beschreibung wird zusätzlich automatisch Meta-Information zu den Formularelementen extrahiert, so die Koordinaten, die Größe und de Typ von Eingabefeldern. Diese Meta-Information wird auf dem Client-PC benötigt, um nach einem Upload die zunächst in elektronischer Tinte vorliegenden Formulareinträge auswerten zu können. Diese Auswertung erfolgt in einem Formularprozessor, der die CrossPad-Software ergänzt. Das Ergebnis der Auswertung, d.h. die Formulareinträge, wird schließlich über Standardprotokolle des World-Wide Web an den Formular-Server übermittelt, wo sie je nach Anwendung verarbeitet werden.

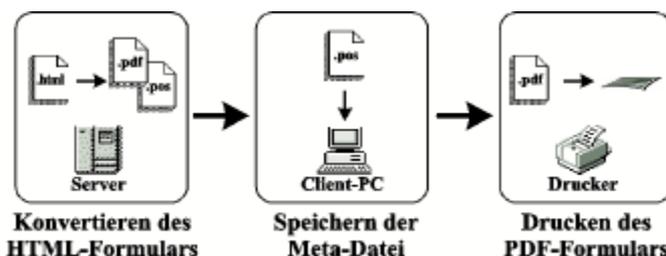


Abb. 3: Aufbereitung von Web-Formularen für papierbasierte Datenerfassung; neben einer Abbildung vom HTML-Format auf PDF als Druckformat findet eine Extraktion von Meta-Information statt, die später zur Auswertung in elektronischer Tinte vorliegender Formulareinträge benötigt wird.

Sowohl für den Anwender als auch für den Server ist die Integration der CrossPad-Komponente transparent. Der Anwender kann weiterhin wie gewohnt Formulare auf Papierbasis bearbeiten. Er tauscht nur seine Schreibunterlage gegen das CrossPad aus, und verbindet es gelegentlich mit einem Client-PC zum einfachen Upload der jeweils zwischenzeitlich erfassten Daten. Der Server erhält ausgefüllte Formulare wie gewohnt über das HTTP-Protokoll unter Verwendung der Post- oder Get-Methoden, so dass für den Server nicht erkennbar ist, ob ein Formular in einem Web-Browser online oder auf einem CrossPad offline ausgefüllt wurde. Somit ist eine nahtlose Integration von CrossPad und Paper-to-Web in bestehende formularbasierte Web-Anwendungen und damit verbundene Arbeitsabläufe gewährleistet.

3.3 Systemarchitektur

Die Architektur des Paper-to-Web Systems ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Hauptkomponenten des Systems sind das CrossPad, der Web-Client und der Web-Server mit dahinter verborgenem Backend. Client und Server sind typischerweise aber nicht notwendigerweise auf unterschiedlichen Rechnern angesiedelt. Der Client fungiert als Partnerrechner des CrossPad: hier ist die Standard-Software des CrossPad installiert, die den Upload und andere Funktionen unterstützt.

Die vorhandene CrossPad-Software wird um für Paper-to-Web entwickelte Komponenten ergänzt. Die wesentlichen Komponenten sind der HTML-zu-PDF Konverter, der Formularprozessor zur Auswertung elektronischer Tinte, und – eigentlich schon außerhalb von Paper-to-Web – die CGI-Skripte zur Verarbeitung von Formularen am Ende der Kette. Der HTML-zu-PDF Konverter und der Formularprozessor werden unten noch näher beschrieben.

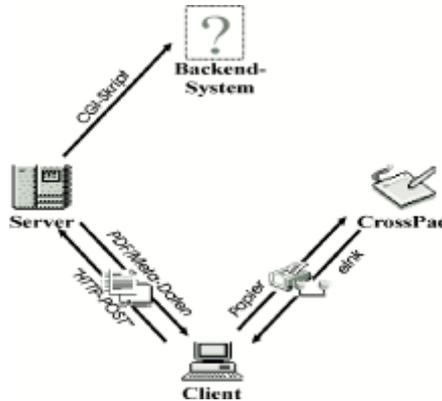


Abb. 4: Architektur des Paper-to-Web Systems; zwischen CrossPad als Eingabegerät und Web-Formularverarbeitung auf einem Standard-Web-Server vermittelt ein Client mit entsprechenden Konvertierungsprozessen.

Abbildung 4 veranschaulicht den Informationsfluss im System. Ausgangspunkt ist ein Web-Server, der Formulare anbietet. In Paper-to-Web ist auf dem Server auch die HTML-zu-PDF Konvertierung angesiedelt unter der Annahme, dass dies eine sinnvolle Erweiterung auf Anbieterseite darstellt. Die Konvertierung ließe sich aber genauso gut auf der Clientseite oder sogar bei einem weiteren Anbieter ansiedeln. Im gewählten Szenario ist sie serverseitig vorgesehen, so dass bereits konvertierte Formulare zusammen mit Meta-Information an den Client übertragen werden. Von hier setzt sich über den Ausdruck der Formulare der Dokumentenfluss in Papierform fort zum CrossPad, wo Formulare ausgefüllt werden. Formulareinträge fließen in Form elektronischer Tinte (eInk) vom CrossPad an den Client zurück. Nach Auswertung der elektronischen Tinte überträgt der Client Formulareinträge über Standard-Mechanismen des World-Wide Web an den Server. Auf dem Server werden zur Verarbeitung der Formulardaten CGI-Skripte angestoßen, beispielsweise zur Weiterreichung von Daten an Backend-Systeme wie Datenbanken oder Vorgangsbearbeitungssysteme.

3.4 HTML-zu-PDF Konverter und Formularprozessor

Der HTML-zu-PDF Konverter dient zur Erstellung der Papierversion der Formulare und besteht aus drei Teilen: einem Parser, einem Renderer und einer Benutzungsschnittstelle. Der Parser analysiert den HTML-Code in dem Formulare zunächst vorliegen und zerlegt ihn in einzelne HTML-Elemente und Textfragmente. Hierauf aufbauend generiert der Renderer das Layout für den Formulare Ausdruck, erzeugt ein entsprechendes PDF-Dokument und speichert wichtige Meta-Information zum Layout in einer separaten Datei. Die Integration einer Benutzungsschnittstelle ermöglicht interaktive Einflussnahme bei der Gestaltung des Drucklayouts der Formulare.

Der Formularprozessor dient zur Auswertung ausgefüllter Papierformulare, wobei vom ausgefüllten Formular lediglich die Einträge vorliegen und das nur in elektronischer Tinte, d.h. im eInk-Format. Dieses Format ist hierarchisch aufgebaut, bietet aber keinen direkten Bezug zum Layout der Formulare. Dieser Bezug wird in Paper-to-Web daher anhand von Meta-Information hergestellt, die beim Rendern der Formulare erfasst wurde. Mit Hilfe dieser Information können die einzelnen Felder auf einem Formular mit Scribble-Elementen des e-Ink-Formats assoziiert werden. Da zusätzlich Typinformation zu den Feldern vorliegt, können dezidierte Auswertungsmethoden herangezogen werden, beispielsweise sehr einfache Methoden zur Erkennung angekreuzter Felder, Verfahren zur Erkennung numerischer Eingaben, oder allgemeine OCR-Verfahren zur Auswertung von beliebigem Text.

4 Anwendung des Systems und Diskussion

Das Paper-to-Web System wurde im Umfeld des DSTC Brisbane in unterschiedlichen Arbeitssituationen eingesetzt um das Konzept zu validieren und erste Anwendungserfahrung zu sammeln. In einer ersten Anwendung wurde Paper-to-Web zur Unterstützung von Interviews eingesetzt. Es handelte sich in diesem Fall um Interviews zur Verwendung eines Ticker-Chatsystems, wobei im ersten Teil der Befragung statische Daten erhoben wurden, während der zweite Teil mehr den Charakter eines offenen Gespräch hatte. Für den ersten Teil wurde Paper-to-Web eingesetzt, um statistische Daten direkt vom Papier in eine Datenbank zu speisen. Im zweiten Teil wurde das CrossPad in seiner eigentlichen Funktion zur Erfassung von Mitschriften eingesetzt, die nicht vom Paper-to-Web-System ausgewertet, jedoch als eInk-Dokumente an den Datenbankeintrag angehängt wurden.

Eine weitere Arbeitssituation, in der Paper-to-Web eingesetzt wurde, war die Inventur in Rechnerräumen zur Erfassung der Hardwareausstattung. Für diese Inventur wurden bisher Daten in eine ausgedruckte Tabelle eingetragen und anschließend von Hand in eine Excel-Tabelle eingefügt. Bei dem Einsatz von Paper-to-Web wurden die ausgedruckten Tabellen durch Cross Pad-Formulare ersetzt und die erhobenen Daten über CGI-Skripte auf der Serverseite in Excel-Tabellen abgelegt, um so den ursprünglichen Vorgang bei Eliminierung der manuellen Übertragung zu unterstützen.

In beiden Anwendungen wird deutlich, dass die jeweilige Arbeitssituation nicht verändert wird, gleichzeitig aber eine gewisse Vorgangsoptimierung erreicht wird. Als besonders positiver Aspekt wurde von den Anwendern die Tatsache gesehen, dass bei der Datenerfassung automatisch auch beschriebenes Papier anfällt, das quasi als eigene Kopie oder Quittung empfunden wurde. Als besonders kritisch wurde die Zuverlässigkeit der Auswertung erfasster Daten im Formularprozessor gesehen. Die Zuverlässigkeit der Auswertung hängt jedoch nicht vom Paper-to-Web-Konzept als solchem ab, sondern von der jeweiligen Anwendung und den verwendeten Erkennungsverfahren. Da das System offen gestaltet ist, kann beispielsweise die einfache OCR-Software, die in der CrossPad-Software integriert ist, durch leistungsstärkere Software ersetzt werden. Mängel in der Zuverlässigkeit sind aber in einem System, das Informationsverarbeitungsvorgänge vor dem Anwender verbirgt, besonders kritisch, da auftretende Fehler entweder nicht erkannt oder nicht leicht nachvollzogen werden können.

Zu beiden Anwendungen ist anzumerken, dass papierbasierte Datenerfassung mit verschiedene Anwendungs-Systeme gekoppelt wird (Datenbank bzw. Tabellenkalkulation), wobei das World-Wide Web als Anwendungsplattform dient. Der interessante Aspekt, das Offline-Cross Pad-Formulare und Online-Web-Formulare koexistente Alternativen darstellen können wird in diesen Fällen nicht beleuchtet, verdient aber sicher eine weitergehende Untersuchung. Dieses ist auch in einem größeren Kontext zu sehen, der sich mit der Diversifizierung des Zugangs zum Internet auseinandersetzt. Hintergrund ist das Ziel, *Zugang für Alle* zu erreichen, in der Arbeitswelt beispielsweise für andere Nutzergruppen als die sogenannten „Wissensarbeiter“.

Was in beiden Szenarien jedoch belegt wird ist das „Verschwinden“ der Computer-Schnittstelle. Das CrossPad wird von Nutzern und auch von Personen im Umfeld der Nutzer als Notizblock wahrgenommen und nicht als Computer- oder Computerperipherie. Insbesondere in der Interview-Situation wurde als besonders positiv empfunden, dass zwischen den Gesprächspartnern keine vordergründige und als potentiell hemmend empfundene Technologie zum Einsatz kommt. Paper-to-Web ist in diesem Sinne eine „ruhige Technologie“ im Sinne der von Weiser und Brown beschriebenen „Calm Technology“ [11].

5 Zusammenfassung

Das in diesem Papier vorgestellte System stellt vordergründig die Erweiterung des World-Wide Web um eine papierbasierte Zugangsalternative dar. Da das World-Wide Web aber selbst nicht nur Informationssystem sondern auch Anwendungsplattform ist, wird durch das System de facto eine Integration von papierbasierten Formularen mit verschiedenen Anwendungen möglich, wie auch durch die oben beschriebene Validierung unterstrichen wird. Wie aber auch durch die initiale Anwendungserfahrung deutlich wird, setzt das Verbergen von Verarbeitungsvorgängen vor dem Nutzer Zuverlässigkeit voraus: ein grundlegendes Problem bei der Verwendung erkenntnisbasierter Verfahren.

In einem größeren Rahmen betrachtet ist Paper-to-Web als Beispiel für die Integration gezielter Informationsgeräte mit Informationsinfrastrukturen zu verstehen, zur Schaffung von Systemen die mensch-zentriert sind und sich nahtlos in menschliche Aktivität einfügen. Paper-to-Web demonstriert hierzu nachdrücklich, wie die Mensch-Computer-Schnittstelle durch Einbettung in bekannte Handhabungen „unsichtbar“ werden kann. Ein anderer interessanter Aspekt ist, dass in der Anwendung HTML-Formularen als Objekten der virtuellen Welt für die Zwecke der natürlicheren Interaktion quasi eine physikalische Gestalt gegeben wird. Das System unterstützt dabei sowohl den Übergang vom virtuellen Formular zum realen sowie den Weg zurück.

Literatur

1. CrossPad. Pen Computing Group. <http://www.cross-pcg.com/>
2. Davis, R.C., Landay, J.A., Chen, V., Huang, J., Lee, R.B., Li, F.C., Morrey, C.B., Schleimer, B., Price, M.N., and Schilit, B.N. Notepals: Lightweight note sharing by the group, for the group. In Proceedings of ACM 1999 Conference on Human Factors in Computing (CHI'99), Pittsburgh, 1999.
3. Digital Ink. Gemperle, F. et al. In CHI'98 Video Proceedings, 1998.
4. E Ink. What is Electronic Ink ?.
5. Future Pen „Smart Quill“. British Telecom Laboratories.
<http://www.bt.com/innovation/exhibition/smartquill/index.htm>
6. Gyricon. Xerox Palo Alto Research Lab. <http://www.parc.xerox.com/dhl/projects/gyricon>.
7. Luff, P. and Heath, C. Mobility in collaboration. In Proceedings of ACM 1998 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'98), Seattle, 1998.
8. Norman, D. The Invisible Computer. MIT Press, 1998.
9. O'Hara, K. and Sellen, A. A comparison of reading paper and on-line documents. In ACM 1997 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97), S. 335-342.
10. Schilit, B.N., Price, M.N., Golovchinsky, G., Tanaka, K. and Marshall, C.C. As We May Read: The Reading Appliance Revolution. *IEEE Computer*, Vol. 32, No. 1, January 1999, pp. 65-73.
11. Weiser, M., Brown, J.S. Designing Clam Technology. *PowerGrid 1.01*,
<http://powergrid.electriciti.com/1.01>, July 1996.

Adressen der Autoren

Hans-Werner Gellersen / Albrecht Schmidt /
Dirk Richtsteiger
Universität Karlsruhe
Telecooperation Office (TecO)
Vincenz-Prießnitz-Str. 1
76131 Karlsruhe
hwg@teco.edu

Karsten Schulz
DSTC
Brisbane, Australien