

Elektronisches Papier

Displaytechnologie mit weitem Anwendungsspektrum

Die Autoren

Guido Schryen
Jürgen Karla

Dr. Guido Schryen,
Dipl.-Kfm. Jürgen Karla,
RWTH Aachen,
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
und Operations Research,
Templergraben 64,
52056 Aachen,
E-Mail:
{schryen | karla}@winfor.rwth-
aachen.de

■ 1 Einleitung und Motivation des elektronischen Papiers

2000 Jahre nach Einzug des Papiers und mehr als 500 Jahre nach Erfindung des Buchdrucks hat sich ein Wandel zur gleichberechtigten elektronischen Darstellung und Verarbeitung von Informationen vollzogen. So erhalten das gute alte Buch und die Zeitung Konkurrenz aus den elektronischen Medien.

Displays unterschiedlicher Technologien finden sich bei Computermonitoren, Anzeigetafeln sowie bei mobilen Endgeräten wie z. B. Mobilfunktelefonen oder PDAs. Mit dem Einsatz der etablierten Technologien sind derzeit noch Nachteile verbunden, zu denen u. a. hohe Produktionskosten, eingeschränkte Lesbarkeit je nach Lichtverhältnis und Nicht-Faltbarkeit gehören. Aktuelle materialtechnologische Entwicklungen, z. B. Organische Licht Emittierende Dioden (OLED) und das elektronische Papier, beleben diesen Bereich. In diesem Artikel wird das elektronische Papier, bei dem es sich um ein auf einem Folienfilm basierendes Papiersubstitut handelt, betrachtet. Abschnitt 2 beschäftigt sich mit den Charakteristika und materialtechnologischen Grundlagen des elektronischen Papiers. Dabei wird mit einem neuen Medium eine Synthese aus elektronisch darstellbaren Informationen und der ergonomisch bewährten Handhabbarkeit (Flexibilität bzw. Faltbarkeit) des traditionellen Papiers erzielt. Die Entwicklung adäquater Materialien und Technologien zur Realisierung eines Papiersubstituts, das die elektronische Darstellung von

Inhalten erlaubt, liegt derzeit in US-oligopolen Händen [Ditl01; Kunk00]. Eine Verknüpfung von Forschung und Produktentwicklung wird von den Mitbewerbern E Ink und Gyricon Media vorgenommen, die aus dem Massachusetts Institut of Technology (MIT) bzw. aus dem Xerox Palo Alto Research Center (PARC) hervorgegangen sind. Beide Forschungszweige haben ihre Ursprünge in der Displayforschung. Im Gegensatz zu Nicholas K. Sheridon, der eine erste Idee von „elektrischem Papier“ bereits in den 70er Jahren als Mitarbeiter von PARC erdachte und seit 1998 mit Gyricon Media umsetzt, erforscht Joseph Jacobson die Technologie des elektronischen Papiers seit 1995 und gründete 1997 E Ink. Zwischenzeitlich ist E Ink Partnerschaften z. B. mit Philips Components (im Bereich der Forschung für den Einsatz in PDAs) und mit Toppan Printing (bei der Entwicklung farbiger Displays) eingegangen.

Abschnitt 3 befasst sich – die in Abschnitt 2 aufgezeigten Charakteristika und Vorteile berücksichtigend – mit Anwendungen für das elektronische Papier. Das Einsatzpotenzial reicht von Displays in Laptops und PDAs sowie Anzeigetafeln über die elektronische Zeitung und die in ein Badetuch eingewebte Strandlektüre bis hin zur sich täglich ändernden Wandtapete [Prin01]. Im Bereich der Printmedien zieht die Einführung des elektronischen Papiers starke Veränderungen nach sich, sodass insbesondere die elektronische Zeitung betrachtet wird.

2 Charakteristika und materialtechnologische Grundlagen

Elektronisches Papier lässt sich vereinfacht als dünne, flexible Folie beschreiben, in der in Flüssigkeit eingelagerte, elektrisch geladene Partikel (als elektronische Tinte be-

zeichnet) ein schwarz-weißes oder allgemein zweifarbiges Bild ergeben. Dies wird ermöglicht, indem über Elektroden elektrische Felder auf die Partikel wirken, die sich entsprechend der Ladung des angelegten Feldes ausrichten. Bild 1 stellt die prinzipiellen Funktionsweisen des elektronischen Papiers der Unternehmen E Ink und Gyricon Media dar. Eine Veränderung der Pigmentausrichtung und damit des Bildes erfolgt nur dann, wenn das angelegte Feld einen definierten Schwellwert überschreitet. Es ist keine ständige Bildauffrischung notwendig, da die bistabile Eigenschaft des Grundmaterials dafür sorgt, dass auch nach Abfall der Spannung die dargestellten Informationen weiterhin sichtbar bleiben.

Zur Ansteuerung der Elektroden werden diese mit (einer Ebene von) Schaltkreisen verbunden, die ein Display-Controller steuert, der softwaremäßig über ein Treiberprogramm verwaltet wird.

Die Flexibilität, d. h. die Biegsamkeit des elektronischen Papiers bzw. der Folie, stellt einen fundamentalen Unterschied zu anderen Displaytechnologien wie z. B. (aktiven und passiven) Flüssigkristallbild-

schirmen (LCDs) oder Plasmabildschirmen dar, was u. a. die Verwendung als faltbare Zeitung oder Zeitschrift ermöglicht (s. Abschnitt 3.3).

Trotz des gleichen Funktionsprinzips unterscheiden sich die Ansätze der beiden Unternehmen im Detail, was Auswirkungen auf die technischen Charakteristika der Materialien wie beispielsweise Auflösung, Stromverbrauch oder Gewicht hat. Daher werden die beiden Arten von elektronischem Papier im Folgenden getrennt behandelt.

2.1 Elektronisches Papier von E Ink

Zur Darstellung eines (schwarzen oder weißen) Bildpunkts wird eine etwa haar-dünne Mikrokapsel verwendet, in der positiv geladene weiße Partikel und negativ geladene schwarze Partikel in einer transparenten Flüssigkeit enthalten sind. Wird über die (innere) Elektrode ein elektrisch positives Feld angelegt, bewegen sich die weißen Partikel in Richtung Oberfläche der Mikrokapsel, wo sie für den Benutzer

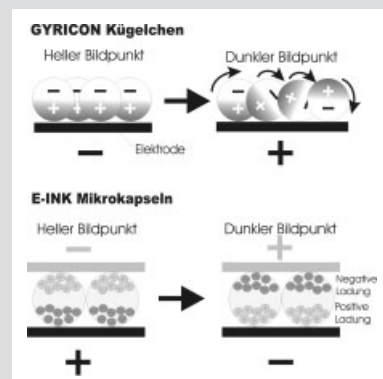


Bild 1 Funktionsweise des elektronischen Papiers der Unternehmen Gyricon Media und E Ink [Ditl01]

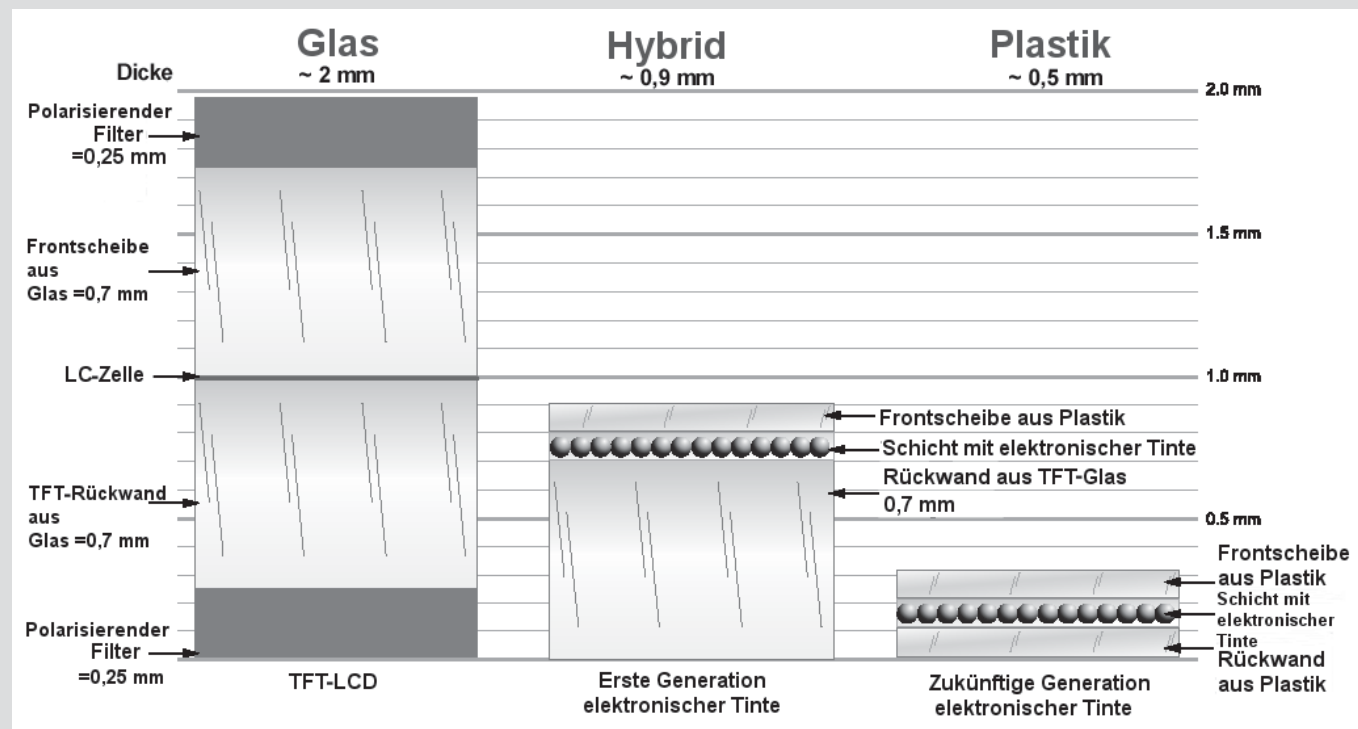


Bild 2 Vergleich der Displaystrukturen von passiven LCD-Displays und elektronischem Papier [Eink02b]

sichtbar sind. Gleichzeitig wird über die äußere, transparente Elektrode ein negatives Feld angelegt, was die schwarzen Partikel nach innen bewegt und sie damit nicht sichtbar macht. Analog wird ein schwarzer Bildpunkt erzeugt.

Die Kapseln mit der elektronischen Tinte werden zwischen zwei Kunststofffilmen eingebracht, die jeweils mit einer Ebene von Schaltkreisen beschichtet sind [EInk02a].

Im Vergleich zu konventionellen LCD-Displays macht die Dicke des elektronischen Papiers von E Ink nur noch ca. 25 % aus, gleichzeitig erfolgt die Substitution von Glas durch Kunststoff (Bild 2). Neben einer Verringerung der Dicke erfolgt auch eine Gewichtsreduktion, was insbesondere für die Anwendung bei mobilen Endgeräten wie PDAs oder Handys von Bedeutung ist.

Prinzipiell können beinahe alle Oberflächen (Kunststoff, Metall, Papier usw.) als Trägermaterial dienen [EInk02c].

E Ink hat Ergebnisse einer Studie veröffentlicht, in der reflektierende, d. h. nicht emittierende, Medien untersucht wurden. Dabei wurde die Reflexion von weißen und schwarzen Flächen unter verschiedenen Betrachtungs- und Lichteinfallswinkeln gemessen (Tabelle 1). Im Vergleich zu passiven LCD-Displays weist das elektronische Papier eine deutlich bessere Reflexion von weißen Flächen auf (höhere Leuchtkraft), im Vergleich zur Papierzeitung jedoch eine geringe Leuchtkraft. Das Kontrastverhältnis (Quotient zwischen Reflexion von weißen Flächen und schwarzen Flächen) bzw. die Lesbarkeit ist bei Displays mit elektronischer Tinte signifikant besser als bei den Vergleichsmedien.

Wird der Lichteinfallswinkel variiert, so zeigt sich, dass die Reflexion beim elektronischen Papier im Gegensatz zu LCD-Displays gegenüber derartigen Veränderungen unabhängig ist (Bild 3), normales Papier ist hingegen deutlich leuchtstärker als elektronisches Papier.

Auch beim Betrachtungswinkel schneidet das elektronische Papier deutlich besser ab als die LCD-Konkurrenten: bei nahezu jedem Winkel lässt sich das elektronische Papier lesen.

Für mobile Endgeräte besteht ein weiterer wichtiger Aspekt in der Leistungsaufnah-

Tabelle 1 Vergleich reflektierender Displaymedien bei einem Betrachtungswinkel von 0° und einem Lichteinfallswinkel von 45° [EInk02d]

Display-Technologie	Reflexion weißer Flächen	Kontrastverhältnis
herkömmlicher PDA mit Touchscreen	4.2%	4.1
herkömmliches Ebook mit Touchscreen	4.0%	4.6
LCD-Display (mit Touchscreen)	11.5%	3.5
Elektronisches Papier (mit Touchscreen)	31.7%	10.8
Elektronisches Papier (ohne Touchscreen)	41.3%	11.5
Wall Street Journal Newspaper	64.1%	7.0

Tabelle 2 Vergleich des Stromverbrauchs von Displaymedien (QVGA: 320 · 240 Pixel, SVGA: 800 · 600 Pixel) [EInk02e]

Display-Technologie	Stromverbrauch (5"-QVGA-Format)	Stromverbrauch (8"-SVGA-Format)
Durchsichtiger farbiger AMLCD (herkömmlicher PDA)	1000 mW	3830 mW
Reflektierender einfarbiger STN LCD (herkömmlicher PDA)	60 mW	Keine Angaben
Reflektierender farbiger LTPS AMLCD (herkömmlicher PDA)	25 mW	600 mW
Einfarbiges elektronisches Papier (Aktualisierung alle 10 Sekunden)	0.7 mW	7.1 mW
Einfarbiges elektronisches Papier (Aktualisierung alle 60 Sekunden)	0.1 mW	1.2 mW

me, da Batterien möglichst lange halten sollen und die Batteriegröße wegen des Gesamtgewichts möglichst klein sein soll. Sowohl im Vergleich zu aktiven als auch zu

passiven LCD-Displays ist das elektronische Papier deutlich „stromsparender“: die Konkurrenten liegen um ein Vielfaches höher (Tabelle 2).

Kernpunkte für das Management

Elektronisches Papier besteht aus einer dünnen, flexiblen Folie, in der farbige Pigmente mittels elektrischer Felder ausgerichtet werden. Die Hauptvorteile gegenüber traditionellen Technologien wie LCD-Displays bestehen in niedrigeren Herstellungskosten, geringerem Gewicht und besserer Lesbarkeit. Damit eröffnen sich als Anwendungsfelder Displays für Anzeigetafeln, mobile Endgeräte und die elektronische Zeitung. Die führenden US-Unternehmen E Ink und Gyricon Media bieten eine zunehmend größere Produktpalette mit elektronischem Papier an.

Stichworte: Elektronisches Papier, Elektronische Tinte, E Ink, Gyricon Media, Displays, Mobile Endgeräte, Elektronische Zeitung

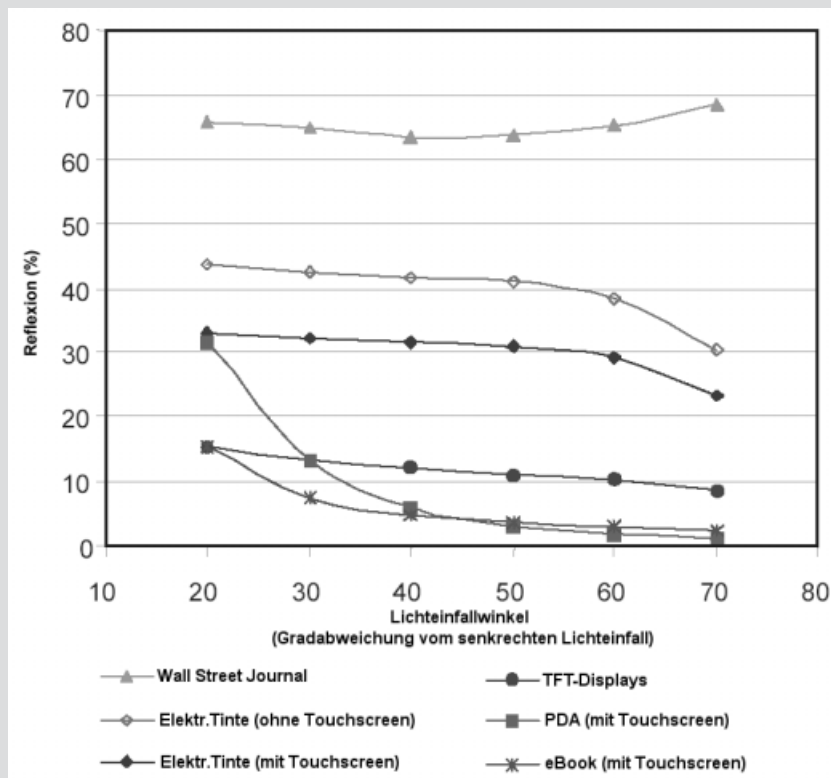


Bild 3 Vergleich reflektierender Displaymedien bei einem Betrachtungswinkel von 0° und verschiedenen Lichteinfallswinkeln [EInk02d]

In Kooperation mit E Ink hat Philips 2001 ein Grauton-Display hergestellt, das 4 Bits für den Grauton verwendet und eine Auflösung von mehr als 125 ppi (Pixel pro Inch) aufweist [Phil02]. E Ink hat ferner zusammen mit dem japanischen Unternehmen Toppan Printing im Juli 2002 ein farbiges Display vorgestellt, das bei einer Auflösung von 320 · 234 Punkten (80 ppi) 4096 Farben darstellen kann, d. h. bei einer RGB-Darstellung 4 Bits pro Farbe verwendet; die Diagonale ist 5 Inch (12,7 cm) lang [EInk02f]. Im Vergleich dazu verwenden beispielsweise Handhelds der Firma Palm (z. B. der Palm i705 und der m515) eine geringere Auflösung (ca. 50 ppi · 35 ppi bei 160 · 160 Pixeln und einer Diagonale von 5,4 Inch). Für die Farbdarstellung verwendet der Palm m515 24 Bits, sodass ca. 16 Millionen Farben darstellbar sind.

Die Produktion elektronischen Papiers ist deutlich einfacher als die von LCD-Displays, und es können produktionstechnische Verfahren wie z. B. zur Produktion von Controller-Schaltkreisen oder Farbfil-

tern übernommen werden. Daneben trägt der Einsatz von kostengünstigeren Materialien im Vergleich zur LCD-Produktion zu Kostenvorteilen des elektronischen Papiers bei [EInk02g].

2.2 Elektronisches Papier von Gyricon Media

Im Unterschied zu den einfarbigen Partikeln von E Ink verwendet Gyricon zweifarbige, elektrisch geladene Kügelchen, die einen elektrischen Dipol aufweisen (Bild 1). Die Kügelchen werden in einer dünnen, transparenten und biegsamen Kunststoffolie in Aushöhlungen gelagert, wo sie sich in einer Flüssigkeit drehen können. Analog zum elektronischen Papier von E Ink wird über eine Elektrode die farbig-e Ausrichtung der Partikel erzeugt, jedoch verwendet Gyricon nur eine Elektrode pro Bildpunkt. Gyricon hat eine Auflösung von mehr als 100 ppi erreicht; bei der Untersuchung der Wiederbe-

schreibbarkeit wurden 5 Millionen Bildwechsel fehlerfrei durchgeführt [Gyri02]. Weitere technische Informationen auf quantitativem Niveau wie hinsichtlich des elektronischen Papiers von E Ink liegen den Autoren nicht vor.

Die Beschreibbarkeit des elektronischen Papiers, das Gyricon SmartPaper™ nennt, wird erreicht, indem ein elektronisch geladener Stift über das Papier geführt wird und dabei die Kügelchen ausrichtet. Bei gleicher elektrischer Ladung wie die weißen Partikel wird eine schwarze Schrift erzeugt, bei entgegengesetzter eine weiße [Xero02].

2.3 Zusammenfassung wesentlicher Materialcharakteristika

Mit dem elektronischen Papier sind grundsätzliche Eigenschaften verbunden, die den Einsatz bei verschiedenartigen Displays nahe legen. Unabhängig von der sich ständig weiterentwickelnden konkreten technologischen Ausgestaltung wie beispielsweise Auflösung oder Farbtiefe lassen sich folgende Charakteristika identifizieren:

- Als Trägermaterialien kommen fast alle Oberflächen in Frage, z. B. Kunststoff, Metall, Papier usw. Dies bewirkt eine hohe Anwendungsbreite (s. Abschnitt 3).
- Im Vergleich zu Alternativtechnologien wie LCD-Displays bestehen produktionstechnische Vorteile und gelangen kostengünstigere Materialien zum Einsatz, was sich günstig auf die Gesamtproduktionskosten auswirkt.
- Das Displaygewicht ist relativ zu anderen Displaytechnologien gering, weil zum einen weniger und leichtere Materialien und zum anderen leichtere Stromversorgungseinheiten verwendet werden können, da die benötigte Leistung geringer ist. Dies ist insbesondere für mobile Endgeräte vorteilhaft.
- Die Lesbarkeit des Displays (Reflexion, Kontrast, möglicher Betrachtungswinkel) ist wesentlich besser als bei vergleichbaren Technologien.

Die einzelnen Aspekte haben anwendungsspezifisch unterschiedliches Gewicht. So ist bei Anzeigetafeln beispielsweise die Lesbarkeit von entscheidender Bedeutung, während bei Mobiltelefonen zusätzlich das Gewicht eine bedeutende Rolle einnimmt. Im folgenden Abschnitt wird hierauf näher eingegangen.

3 Anwendungspotenzial des elektronischen Papiers

Elektronisches Papier birgt aufgrund seiner materialtechnologischen Eigenschaften ein immenses Anwendungspotenzial. Dabei können drei unterschiedliche Anwendungsbereiche identifiziert werden (Bild 4). Derzeit ist elektronisches Papier im Rahmen von niedrig-auflösenden, großflächigen und starren Displays wie beispielsweise Anzeigetafeln bis zur Marktreife entwickelt. Erste kommerzielle Anwendungen befinden sich in der Realisierungsphase. Abschnitt 3.1 bietet einen Überblick über Anwendungen in diesem Bereich. Forschungsarbeit wird derzeit insbesondere für den Einsatz als kleinflächige und hochauflösende Displays wie z. B. für PDAs betrieben (Abschnitt 3.2). Eine Marktreife für erste kommerzielle Produkte wird hier für das Jahr 2003 erwartet. Handelt es sich bei der ersten Generation noch um 1-Bit-Monochrom-Displays, werden in der zweiten Stufe 4-Bit-Grauskala-Versionen ermöglicht. Die dritte Entwicklungsstufe soll ab 2004 ein flexibles, hochauflösendes und farbiges elektronisches Papier hervorbringen. Anwendungsbereiche hierfür werden in Abschnitt 3.3 betrachtet, wobei der Fokus auf die Anwendung des elektronischen Papiers als elektronische Zeitung gelegt ist.

3.1 Großflächige Displays

Elektronisches Papier mit niedriger Auflösung (ca. 100 ppi) ist bereits bis zur Marktreife entwickelt. So setzt z. B. die Vossloh System-Technik GmbH, die unter anderem Fahrgast-Informationssysteme entwickelt, elektronisches Papier für Anzeigetafeln auf Bahnhöfen und Flughäfen ein. Wesentlicher Produktvorteil des elektronischen Papiers ist hier die kontrastreiche und reflektive Darstellung von Zeichen bis zu einem Betrachtungswinkel von fast 180 Grad. Die im Abschnitt 2 aufgezeigten Vorteile des elektronischen Papiers hinsichtlich Dicke, Stromverbrauch und Gewicht haben hier besondere Relevanz. Erste Einsatzbereiche für das elektronische Papier waren elektronische Werbe- und Preistafeln in Kaufhäusern. Sie ersetzen Plakate aus Papier, Preisschilder an Regalen und Pappaufsteller zum Hinweis auf Sonderangebote. In diesem Kontext ist bekannt, dass die amerikanische Einzelhan-

delskette Federated Department Stores, zu der u. a. Macy's gehört, im Jahr 2001 pro Woche durchschnittlich \$ 250.000 für den Druck und das physische Austauschen herkömmlicher Werbe- und Angebotsschilder aufwendete. Hier führt der Einsatz elektronischen Papiers zur kräftigen Reduzierung von Druck-, Material- und Personalkosten, denn Angebotsschilder aus elektronischem Papier können kabellos über ein Funknetzwerk aktualisiert werden. Initiale Anschaffungskosten werden durch Einsparungen also wieder ausgeglichen [Ditl01].

Daneben ist zu erwarten, dass elektronisches Papier vor allem aufgrund der besseren Lesbarkeit, Aktualisierbarkeit und der niedrigeren Herstellungskosten auch für Verkehrsschilder, Parkleitsysteme, Hinweisschilder, Fahrplanaushänge, Litfassäulen und bei ausreichender Auflösung auch für Großleinwände eingesetzt werden kann. Kritisch muss hier die Anfälligkeit bezüglich externer Störeinflüsse wie z. B. Vandalismus betrachtet werden.

3.2 Kleinflächige Displays

Eine höhere Auflösung ermöglicht es, elektronisches Papier substituierend in unterschiedlichen Geräten mit kleinflächigen Displays einzusetzen. Neben herkömm-

lichen Computermonitoren können PDAs, EBooks und Mobiltelefone mit Displays aus elektronischem Papier ausgestattet werden. Im Rahmen dieser Forschungen ist beispielsweise E Ink eine Partnerschaft mit Philips Components eingegangen. Gegen eine Beteiligung hat Philips die weltweiten Rechte zum Einsatz des elektronischen Papiers als Displaymaterial für PDAs und Mobiltelefone erworben. Wesentliche Vorteile ergeben sich bei dessen Verwendung insbesondere durch das niedrigere Gewicht und den niedrigeren Stromverbrauch. Die Entwicklung einer Touchscreen-Funktionalität für PDAs ist bereits abgeschlossen. Die Kooperationspartner planen eine Markteinführung für das Jahr 2003.

3.3 Farbige und flexible Displays

In einem nächsten Schritt soll das elektronische Papier bis zum Jahr 2004 in einer farbigen Version zur Marktreife entwickelt werden. Ohne die starren Rahmen und Gehäuse der zuvor genannten Geräte und Anwendungen wird dann auch der Vorteil der Flexibilität des Materials genutzt werden. Zum Beispiel könnte das Material auf Kleidungsgegenständen aufgetragen, direkt auf der Haut als Armbanduhr getragen oder als elektronische Zeitung genutzt werden. Die Möglichkeit, elektronisches Papier auch als Träger für die elektronische Zeitung zu ver-

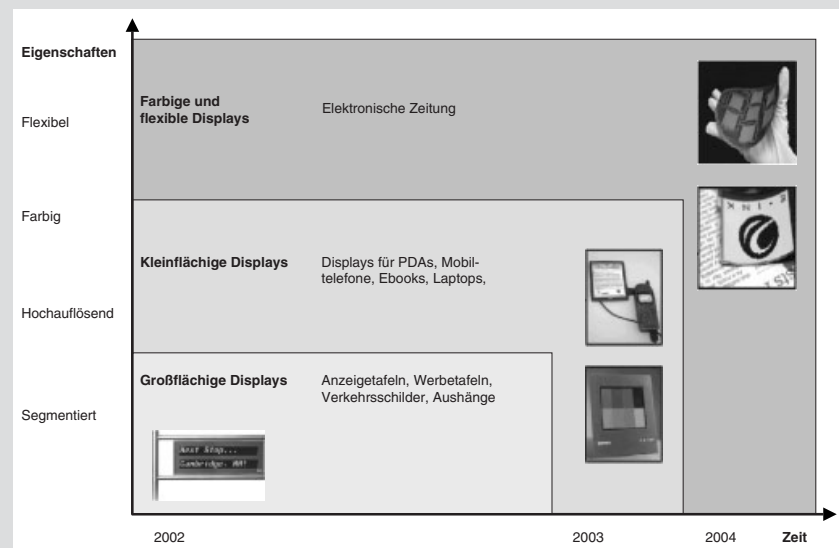


Bild 4 Entwicklungsstufen des elektronischen Papiers

wenden, geht über die bislang geschilderten Nutzenpotenziale hinaus und erstreckt sich nicht nur auf den funktionalen Bereich. Es wurden bereits Untersuchungen zum Thema Internetzeitung z. B. bezüglich der Produktion von Inhalten [Wolf01], der Substitution der Printmedien [Thei02] und der Auswirkungen auf das Verlagsgeschäft [Grab02] durchgeführt, deren Ergebnisse partiell auf die elektronische Zeitung übertragen werden können. In funktionaler Hinsicht besteht der innovative Charakter der elektronischen Zeitung im Wesentlichen in der Konvergenz von ergonomisch gewohnt handhabbarer Zeitung, die gerollt oder gefaltet werden kann und ortsunabhängig zu lesen ist, und der Integration in die digitale Medienwelt. Die Unterscheidung zur Internetzeitung lässt sich plakativ formulieren: Die Zeitung lebt auch vom Ambiente: beispielsweise nach dem Essen der Kaffee mit der Zeitung. Mit der elektronischen Zeitung bleibt das Gefühl, ein Papier in der Hand zu halten. Die elektronische Zeitung kann damit zu Recht als neues Medium bezeichnet werden.

Nicht nur die Printmedienlandschaft hat sich mit der Anwendung des elektronischen Papiers bei Zeitungen und Zeitschriften befasst, auch IBM hat bereits 1999 diese Thematik aufgegriffen und eine Designstudie durchgeführt, die sich mit

ergonomischen Aspekten einer elektronischen Zeitung auseinander setzte. Im Rahmen dieser Studie wurde ein Prototyp entwickelt [DeFu99; IDSA99], der lediglich ein Designkonzept darstellte und keine Funktionalität aufwies. Dabei wurde zur Veranschaulichung eine Papierseite in einen festen Rahmen eingelegt. Bild 5 verdeutlicht in einer Gegenüberstellung das damalige Designkonzept (im Bild links) und die elektronische Zeitung, wie sie nach heutigem Stand der Forschung aussehen wird (im Bild rechts, wobei noch nicht die endgültige Größe abgebildet ist). Probleme der Designstudie waren seinerzeit die fehlende Flexibilität des Materials und die Frage der Datenübertragung zum Endgerät.

Zur Abschätzung der wirtschaftlichen Vorteile und Planung der Einführung einer elektronischen Zeitung ist es sinnvoll, die Attribute der elektronischen Zeitung mit denen anderer Zeitungsvarianten zu vergleichen. Tabelle 3 bietet einen Vergleich der elektronischen Zeitung mit der Papierzeitung und der Zeitung auf bekannten mobilen Endgeräten (z. B. PDA, Handy, Webpad) hinsichtlich einiger ausgewählter Kriterien.

Die Auswirkungen der Einführung der elektronischen Zeitung gelten einerseits für die Leser, andererseits sind Zeitungsverlage

und Werbetreibende betroffen. Für die Zeitungsverlage ist die Einführung der elektronischen Zeitung insbesondere aufgrund der hohen Kosten für Druckmaschinen, Papier und Distribution bedeutend. Diese Kostenblöcke können zusammen bis zu 70 % der Kosten eines Zeitungsverlags ausmachen [Wirt01].

■ 4 Fazit und Ausblick

Displays unterschiedlicher Technologien finden sich bei Computermonitoren, Anzeigetafeln sowie bei mobilen Endgeräten wie z. B. Mobilfunktelefonen oder PDAs. Mit ihrem Einsatz sind derzeit wesentliche Nachteile verbunden: hohe Produktionskosten aufgrund komplexer technischer Produktionsvorgänge und teurer Materialien, eine eingeschränkte Lesbarkeit abhängig von den Lichtverhältnissen und die Nicht-Faltbarkeit. Mit dem elektronischen Papier der Forschungsunternehmen E Ink und Gyricon Media steht in der Displayforschung eine materialtechnologische Entwicklung zur Verfügung, mit der diesen Aspekten begegnet werden kann.

Aus den materialtechnologischen Eigenschaften lassen sich vier wesentliche Vorteile ableiten



Bild 5 Designstudien zur elektronischen Zeitung [IDSA99; Batt01]

Tabelle 3 Vergleich verschiedener Zeitungsvarianten

	Papierzeitung	Zeitung auf bekannten mobilen Endgeräten	Elektronische Zeitung
Medium und Ergonomie			
Medium/ Geräteeigenschaften	beliebig faltbares und teilbares Papier	kein dediziertes Medium, multifunktionales Gerät	faltbare, dünne Plastikfolie; farbig, uneingeschränkter Betrachtungswinkel; Design ist noch Forschungsgegenstand
derzeitige Affinität zum Medium	sehr hoch, da traditionelles Medium	geringe Verbreitung	keine, da weitestgehend unbekanntes Medium
Handhabbarkeit	recht unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen; hohe Transportabilität	abhängig von Gerät und Funktionalität des Anzeigeprogramms	recht unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen; hohe Transportabilität
Inhalte und Struktur			
elektronische Verarbeitbarkeit	gering	unkomfortabel, Archivierung, Versendung etc. möglich	ist noch Forschungsgegenstand, potenziell hoch
Personalisierbarkeit	nicht möglich	möglich bzgl. Inhalte, Werbung u. Kleinanzeigen	möglich bzgl. Inhalte, Werbung u. Kleinanzeigen
Strukturierung	mehrere Artikel pro Seite	ein Artikel pro Seite	mehrere Artikel pro Seite
Integration in die digitale Medienwelt	keine (nur Einscannen möglich)	mittel, da keine Multimedialität	ist Forschungsgegenstand, potenziell hoch
Betriebswirtschaftliche Aspekte			
Distribution	physisch über Handel, Kioske oder Zusteller	elektronisch, über Datennetze (kabellos, kabelgebunden)	elektronisch, über Datennetze (kabellos, kabelgebunden)
Kosten	nur variable Kosten pro Exemplar oder Abonnement	fixe Anschaffungskosten für das Gerät, ggfs. variable Kosten pro Abonnement	fixe Anschaffungskosten für das Gerät, variable Kosten pro Inhalt
Erweiterbarkeit	keine	Multifunktionalität eingeschränkt gegeben	potenziell Zeitschriften, Multimediadokumente

1. Als Trägermaterialien kommen fast alle Oberflächen in Frage, z. B. Kunststoff, Metall, Papier usw.). Dies bewirkt eine hohe Anwendungsbreite.
2. Im Vergleich zu Alternativtechnologien wie LCD-Displays bestehen produktionstechnische Vorteile und gelangen kostengünstigere Materialien zum Einsatz, was sich günstig auf die Gesamtproduktionskosten auswirkt.
3. Das Displaygewicht ist relativ zu anderen Displaytechnologien gering, weil zum einen weniger und leichtere Materialien verwendet werden und zum anderen leichtere Stromversorgungseinheiten verwendet werden können, da die benötigte Leistung geringer ist. Dies ist insbesondere für mobile Endgeräte vorteilhaft.
4. Die Lesbarkeit des Displays (Reflexion, Kontrast, möglicher Betrachtungswinkel) ist wesentlich besser als bei vergleichbaren Technologien.

Diese Potenziale können sowohl bei großflächigen Displays wie Anzeigetafeln als auch bei kleinflächigen wie Computerdisplays und mobilen Endgeräten ausgeschöpft werden. Mit der Eigenschaft, fast beliebige Materialien als Trägermedium verwenden zu können, öffnet sich auch die Anwendungsmöglichkeit des biegsamen, elektronischen Mediums für Zeitungen und Zeitschriften. Anwendungspotenziale sind also gegeben und können weiter ausgebaut werden; so könnte z. B. eine Einstellung der Schriftgröße bei der elektronischen Zeitung als Ausstattungsmerkmal hinzukommen.

Literatur

- [Batt01] *Batthey, Jim*: Electronic paper gets its bearing. <http://staging.infoworld.com/articles/hn/xml/01/04/16/010416hnetrend.xml?Template=/storypages/printfriendly.html>, Abruf am 2002-09-08.
- [DeFu99] *Deider, C.; Fuhlbrott, R.*: Elektronische Zeitung von IBM. <http://www.b-i-t-online.de/archiv/1999-04/digit1.htm>, Abruf am 2002-09-08.
- [Ditl01] *Ditlea, S.*: The Electronic Paper Chase. <http://www.sciam.com/2001/1101issue/1101ditlea.html>, Abruf am 2002-09-09.
- [EInk02a] *E Ink*. <http://www.eink.com>, Abruf am 2002-09-07.
- [EInk02b] *E Ink*: Ultra-Portability. http://www.eink.com/pdf/eink_portability_02.pdf, Abruf am 2002-09-07.
- [EInk02c] *E Ink*: Key Performance Benefits. <http://www.eink.com/technology/benefits.html>, Abruf am 2002-09-07.
- [EInk02d] *E Ink*: Display Readability. http://www.eink.com/pdf/eink_readability_02.pdf, Abruf am 2002-09-07.
- [EInk02e] *E Ink*: Ultra-Low Power Consumption. www.eink.com/pdf/power_1_4.pdf, Abruf am 2002-04-04.
- [EInk02f] *E Ink*: Press Release: E Ink, Toppan and Philips demonstrate world's first high resolution, active-matrix color display with electronic ink. <http://www.eink.com/news/releases/pr62.html>, Abruf am 2002-09-07.

- [EInk02g] *E Ink*: Low-Risk Manufacturing with a Simplified Process. http://www.eink.com/pdf/eink_mfg_02.pdf, Abruf am 2002-09-07.
- [Grab02] *Grabner, M.*: Veränderte das Internet das Verlagsgeschäft? In: *Eberspächer, J. (Hrsg.): Die Zukunft der Printmedien*. Springer, Berlin 2002, S. 141–163.
- [Gyri02] *Gyricon Media*: SmartPaper FAQ. <http://www.gyriconmedia.com/smartpaper/faq.asp>, Abruf am 2002-09-09.
- [IDSA99] o. V., *IDSA (Industrial Designers Society of America)*: IBM Electronic Newspaper. <http://www.idsa.org/whatis/seewhat/idea99/winners/epaper.htm>, Abruf am 2002-09-08.
- [Kunk00] *Kunkel, P.*: Scrap the presses – print and the Web are racing toward the biggest media merger in history. <http://www.wired.com/wired/archive/8.08/epapers.html>, Abruf am 2002-09-09.
- [Phil02] *Philips, E Ink*: Partnership to Commercialize High-Resolution, Electronic Ink Displays for Smart Handheld Devices, <http://www.components.philips.com/Assets/Downloadablefile/Final-E-Ink-pdf-5.13.02-920.pdf>, Abruf am 2002-09-09.
- [Prin01] o. V.: Urlaubsschmökler auf E-PAPIER, eingewebt im Badetuch. In: *print process* (2001) 15, S. 13.
- [Thei02] *Theis-Berglmair, A. M.; Mayer, F.; Schmidt, J.*: Tageszeitungsverlage und das Thema Internet. In: *Theis-Berglmair, A. M. (Hrsg.): Internet und die Zukunft der Printmedien*. LIT, Münster 2002, S. 49–76.
- [Wirt01] *Wirtz, B. W.*: Medien- und Internetmanagement. 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2001, S. 129.
- [Wolf01] *Wolf, E.*: Von Analog zu Digital. Die Veränderungen in der Zeitungsredaktion. In: *Bucher, H.-J.; Püschel, U. (Hrsg.): Die Zeitung zwischen Print und Digitalisierung*. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden 2001, S. 129–136.
- [Xero02] *Xerox*: Electronic Reusable Paper. <http://www2.parc.com/dhl/projects/gyricon/>, Abruf am 2002-09-09.

Abstract

Electronic paper – a display technology for a wide range of applications

Electronic paper is a new material-technological stream in display research: electronic paper consists of a thin, flexible plastic film within which charged particles are aligned due to electric fields. Advantages over traditional technologies like LCD displays include lower production costs (lower process costs as well as lower material costs) and lower weight. Furthermore a better readability emerges because of better reflection, contrast, and larger viewing angles. This potential can be tapped for display panels, computer displays, and mobile devices. Almost every material can be used as substrate, hence flexible ones can be used as media for newspapers and journals. The leading US companies E Ink and Gyricon Media offer an increasingly broader range of products based on electronic paper.

Keywords: electronic paper, electronic ink, E Ink, Gyricon Media, displays, mobile devices, electronic newspaper